



TESIS - KS142501

Analisis Produksi Perkebunan Kakao Untuk Meningkatkan Produktivitas Dengan Menggunakan Pendekatan Sistem Dinamik

Syurfah Ayu Ithriah
5111202017

DOSEN PEMBIMBING
Erma Suryani, S.T., M.T., Ph.D

PROGRAM MAGISTER
BIDANG KEAHLIAN SISTEM INFORMASI
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016



TESIS - KS142501

Cocoa Plantation Production Analysis to Increase Productivity using System Dynamics Approach

Syurfah Ayu Ithriah
5111202017

SUPERVISOR
Erma Suryani, S.T., M.T., Ph.D

MAGISTER PROGRAM
CONCENTRATION OF INFORMATION SYSTEM
DEPARTMENT OF INFORMATICS ENGINEERING
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

**Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Komputer
di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

oleh :

**Syurfah Ayu Ithriah
NRP. 5111202017**

**Tanggal Ujian : 13 Juli 2016
Periode Wisuda : September 2016**

Disetujui oleh:

**Erma Suryani, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 197004272005012001**


(Pembimbing)


**Prof. Ir. Arif Djunaidy, M.Sc., Ph.D
NIP. 195810051986031003**


(Penguji)

**Mahendrawathi E.R., ST, M.Sc, Ph.D
NIP. 197610112006042001**


(Penguji)

Direktur Program Pascasarjana


**Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc., Ph.D.
NIP. 19601202 198701 1 001**



Analisis Produksi Perkebunan Kakao Untuk Meningkatkan Produktivitas Dengan Menggunakan Pendekatan Sistem Dinamik

Nama Mahasiswa : Syurfah Ayu Ithriah
NRP : 5111202017
Pembimbing : Erma Suryani, S.T.,M.T.,Ph.D.

ABSTRAK

Indonesia merupakan salah satu produsen kakao terbesar di dunia. Sampai dengan tahun 2012, Indonesia berada di peringkat kedua dengan kontribusi sebesar 17,36% terhadap 84,7% total produksi dari negara produsen besar kakao dunia. Namun disisi lain terdapat kenyataan bahwa bertambahnya area tanam kakao di Indonesia tidak berbanding lurus dengan produktivitas.

Penelitian ini berfokus pada analisis produktivitas kakao di Indonesia. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah sistem dinamik, yang merupakan pendekatan dalam pengembangan model untuk menganalisis kondisi produksi perkebunan kakao saat ini dan memproyeksikan produktivitas biji kakao di masa mendatang. Sebagai sarana pengembangan model, pendekatan ini dapat membantu sebagai alat untuk memberikan saran/keputusan/kebijakan untuk menganalisis dan mengembangkan beberapa skenario untuk meningkatkan produktivitas kakao.

Berdasarkan status pengusahaan dari lahan kakao, terbagi menjadi tiga yaitu lahan kakao Perkebunan Rakyat, Perkebunan Besar Negara dan Perkebunan Besar Swasta. Alternatif skenario yang diterapkan pada penelitian ini yaitu skenario peremajaan lahan pada Perkebunan Rakyat dan skenario pengelolaan tanaman kakao. Dari hasil skenario peremajaan dan pengelolaan tanaman kakao, pada Perkebunan Rakyat terjadi peningkatan produktivitas sebesar 40%, 25,44% pada Perkebunan Besar Negara dan pada perkebunan Besar Swasta peningkatannya sebesar 18%.

Keywords: Produktivitas Kakao, Produksi Kakao, Sistem Dinamik

Cocoa Plantation Production Analysis to Increase Productivity using System Dynamics Approach

Student Name : Syurfah Ayu Ithriah
NRP : 5111202017
Supervisor : Erma Suryani, S.T., M.T., Ph.D.

ABSTRACT

Indonesia is one of the world's largest cocoa producer. Until the year of 2012, Indonesia was ranked second with a contribution of 17.36% from 84.07% of total production of major cocoa producer countries in the world. On the other hand there is the fact that the increase in the number of cocoa planted area in Indonesia is not directly proportional to its productivity.

This study focuses on the analysis of the cocoa productivity in Indonesia. The method used in this research is a dynamic system, which is an approach to the development of a model, to analyze the conditions of current cocoa production and projected the productivity of cocoa beans in the future. With the use of dynamic systems approach as a model development tools, this approach can help to provide suggestions / decisions / policies and to analyze and develop several scenarios to improve the productivity of cocoa.

Based on the utilization status of cocoa planted area, cocoa planting area is divided into three types: Public Plantation Land, State Corporation Plantation Land and Private Corporation Plantation Land. Alternative scenarios applied in this research is the land rejuvenation scenario and cocoa crop management scenario. As for the cocoa management and land rejuvenation scenarios, the productivity increased by 40% on Smallholder plantation land, 25.44% on Government Plantation Land and increase by 18% on the Private plantations land.

Keywords: Cocoa Productivity, Cocoa Production, System Dynamic

DAFTAR ISI

ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR RUMUS	xvi
DAFTAR TABEL	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. Perumusan Masalah	7
1.3. Batasan Masalah	7
1.4 Tujuan	8
1.5 Manfaat	8
1.6 Kontribusi	8
1.7 Sistematika Penulisan	9
BAB II KAJIAN PUSTAKA	11
2.1 Produktivitas	11
2.2 Kakao Indonesia	12
2.2.1 Varietas	13
2.2.2. Syarat Tumbuh Kakao	14
2.2.3. Pemeliharaan Tanaman Kakao	17
2.2.4. Komposisi Kakao	19
2.2 Industri Kakao	21
2.3. Sistem, Pemodelan dan Simulasi	23
2.4.1 Sistem	23
2.4.2 Pemodelan	26
2.4.3 Simulasi	26
2.4.4 Sistem Dinamik	28
2.4.5 Hubungan Sistem, Model dan Simulasi	33
2.4 Penelitian Terkait	33

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	37
3.1 Kajian Pustaka	38
3.2 Pengumpulan Data	38
3.3 Pemodelan Sistem	39
3.4 Pengolahan Data.....	41
3.5 Validasi.....	41
3.6 Perlakuan Model dengan Skenario.....	42
3.7 Analisis dan Pembahasan Hasil Simulasi.....	42
3.8 Kesimpulan dan Saran	43
BAB IV PENGEMBANGAN MODEL.....	45
4.1 Submodel Luas Lahan Perkebunan Kakao.....	46
4.2 Submodel Pemupukan	49
4.3 Submodel Pemangkasan dan Hama.....	51
4.4 Submodel Produktivitas Kakao	52
4.5 Submodel Produksi.....	53
4.6 Validasi.....	54
4.7 Perlakuan Model Dengan Skenario	56
4.7.1Skenario Peremajaan Perkebunan Rakyat Kakao	57
4.7.2Skenario Pengelolaan Tanaman Kakao.....	58
BAB V PENUTUP.....	67
5.1 Kesimpulan.....	67
5.2 Saran	68
DAFTAR PUSTAKA	69
LAMPIRAN.....	73
Lampiran 1.	73
Lampiran 2.	74
Lampiran 3.	75
Lampiran 4.	76
BIOGRAFI PENULIS	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Negara Produsen Kakao di dunia, rata-rata 2008-2012 (Sumber (Sekjen Kementrian Pertanian 2014)).....	2
Gambar 1.2 Kurva daya saing biji kakao dari beberapa Negara produsen	3
Gambar 2.1. Keterkaitan 3 kelompok industri berbasis kakao	22
Gambar 2.2. Rantai pasok kakao dari petani sampai industri kakao domestik dan global	23
Gambar 2.3. Sistem Loop Terbuka (Ruth & Hannon, 1997 di dalam (Dewi 2012))	24
Gambar 2.4. Sistem Loop Tertutup (Ruth & Hannon, di dalam (Dewi 2012)).....	25
Gambar 2.5. Kontrol dan Umpan Balik Sistem (Ruth & Hannon, di dalam (Dewi 2012)).....	25
Gambar 2.6. Representasi Struktur Stock and Flow (Sterman 2000)	31
Gambar 2.7. Hasil Analisis Keterkaitan Antar Faktor-faktor yang Mempengaruhi Agribisnis Kakao di Sumatera Barat (sumber: (Damanik 2010))	34
Gambar 3.1. Penyusunan Pendekatan Simulasi Sistem Dinamik	37
Gambar 3.2. Causal Loop Diagram Analisis Produksi Perkebunan Kakao Untuk Meningkatkan Produktivitas	40
Gambar 4.1. Model Luas Lahan Perkebunan Rakyat	47
Gambar 4.2. Grafik Total Luas Lahan Perkebunan Rakyat	48
Gambar 4.3. Grafik Total Luas Lahan Perkebunan Swasta	48
Gambar 4.4. Grafik Total Luas Lahan Perkebunan Besar Negara.....	49
Gambar 4.5. Jumlah Unsur Hara yang terangkut oleh biji Kakao	50
Gambar 4.6. Submodel Pemupukan Lahan PR.....	50
Gambar 4.7. Submodel Pemangkasan Lahan PR.....	51
Gambar 4.8. Submodel Produktivitas Kakao PR.....	52
Gambar 4.9. Model Produksi PR	53
Gambar 4.10. Grafik Perbandingan antara Data dan Model Simulasi Produksi Kakao	55
Gambar 4.11. Grafik Perbandingan antara Data dan Model Simulasi Produksi Kakao	56

Gambar 4.12. Skenario Peremajaan Kakao PR.....	57
Gambar 4.13. Skenario Frekuensi Pemangkasan Pada PR	59
Gambar 4.14. Skenario Pemupukan Kakao Pada PR.....	59
Gambar 4.15. Skenario Produktivitas Kakao pada PR	60
Gambar 4.16. Grafik Produktivitas TM Perkebunan Rakyat.....	61
Gambar 4.17. Skenario Frekuensi Pemangkasan pada PBN.....	61
Gambar 4.18. Skenario Pemupukan pada PBN	62
Gambar 4.19. Skenario Jumlah Tanaman Penaung PBN.....	63
Gambar 4.20. Grafik Produktivitas TM PBN	63
Gambar 4.21. Skenario Pemupukan pada PBS	64
Gambar 4.22. Skenario Jumlah Tanaman Penaung pada PBS.....	65
Gambar 4.23. Grafik Produktivitas PBS	65

DAFTAR RUMUS

<i>Produktivitas lahan</i>	12
<i>Uji Perbandingan Rata – rata</i>	41
<i>Uji Perbandingan variasi Amplitudo</i>	42

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Rata-rata harga kakao dunia.....	4
Tabel 1.2. Produktivitas Kakao	5
Tabel 2.1. Mutu Biji Kakao menurut SNI 01 – 2323 – 2000.....	20
Tabel 2.2. Simbol dalam CLD	30
Tabel 2.3. Simbol dalam SFD	32
Tabel 4.1. Uji Perbandingan Rata-rata variabel Produksi.....	54
Tabel 4.2. Uji Perbandingan Rata-rata variabel Produksi.....	54

BAB I

PENDAHULUAN

Pada pendahuluan ini, akan dijelaskan mengenai latar belakang dilakukannya penelitian ini, perumusan masalah yang diteliti, tujuan dan manfaat dilakukannya penelitian, ruang lingkup penelitian dan kontribusi dari penelitian.

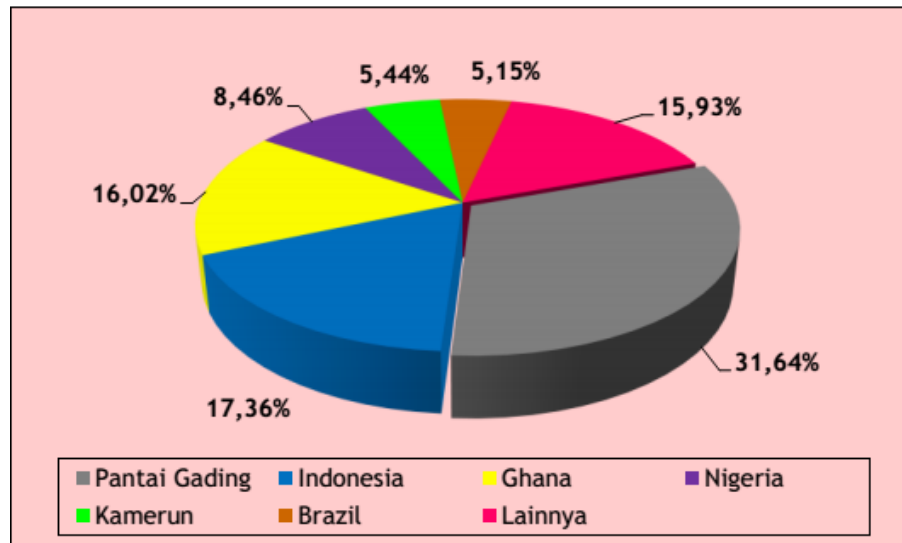
1.1. LATAR BELAKANG

Kakao merupakan komoditas unggulan yang memiliki nilai penting, yaitu sebagai andalan ekspor. Kakao termasuk salah satu dari empat komoditas sektor perkebunan yang memberikan devisa yang sangat besar, yaitu kelapa sawit, karet, kopi dan kakao. Selain itu, industri kakao menghidupi lebih dari 1,3 juta kepala keluarga petani yang tersebar di seluruh Indonesia (Ditjenbun Pertanian, 2014).

Perkembangan produksi kakao dunia (dalam wujud biji kering) tahun 1980-2012 menunjukkan kecenderungan meningkat dengan rata-rata peningkatan sebesar 3,7% per tahun. Menurut FAO, produksi biji kakao tahun 2008-2012 didominasi oleh negara Pantai Gading, Ghana, Indonesia, Nigeria, Kamerun dan Brazil. Keenam Negara tersebut memberikan kontribusi sebesar 84,07% terhadap total produksi kakao dunia. Pantai Gading memberikan kontribusi sebesar 31,64% dengan rata-rata produksi kakao sebesar 1,42 juta ton. Indonesia berada di peringkat kedua dengan kontribusi sebesar 17,36%, diikuti oleh Ghana dengan kontribusi sebesar 16,02%, sedangkan kontribusi dari negara-negara produsen kakao lainnya kurang dari 10%. (Sekjen Kementrian Pertanian, 2014).

Indonesia masih memiliki prospek yang sangat besar untuk pengembangan kakao baik untuk pasar lokal maupun pasar internasional dari tingkat hulu sampai dengan hilir. Hal ini mengingat (a) tersedianya sumberdaya alam, tenaga kerja, serta rakitan teknologi yang dimotori oleh pusat-pusat penelitian komoditas kakao; (b) program pemerintah melalui Rencana Strategis Direktorat Jenderal Perkebunan Departemen Pertanian, yang menegaskan bahwa kakao akan terus dikembangkan sebagai komoditas ekspor unggulan setelah karet dan minyak sawit. Implementasi

kebijakan tersebut dapat dilihat dari pengembangan kakao yang telah dilakukan sejak awal tahun 1980-an.



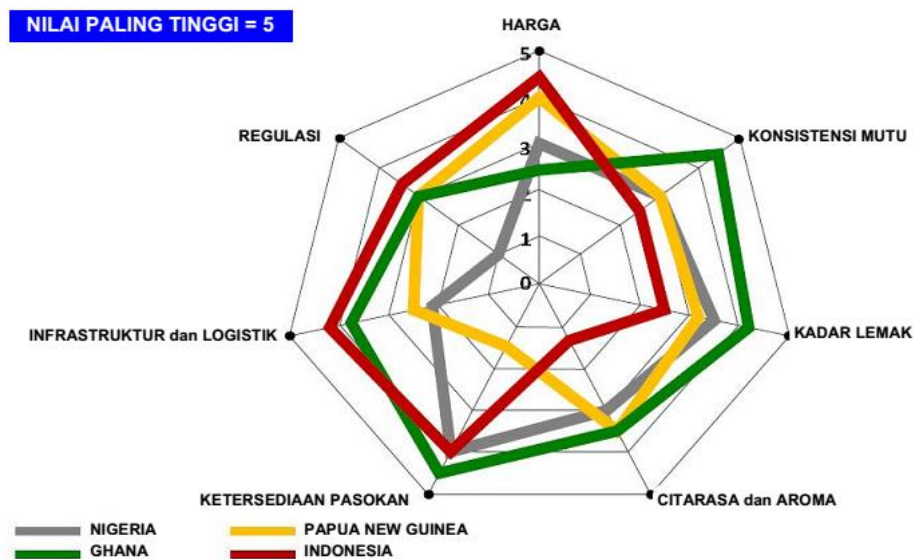
Gambar 1.1. Negara Produsen Kakao di dunia, rata-rata 2008-2012
(Sumber (Sekjen Kementerian Pertanian 2014))

Indonesia berpotensi sebagai produsen utama kakao dunia, apabila berbagai permasalahan utama yang dihadapi perkebunan kakao dapat diatasi dan agribisnis kakao dikembangkan dan dikelola dengan baik. Indonesia masih memiliki lahan potensial yang cukup besar untuk pengembangan kakao yaitu lebih dari 6.200.000 ha terutama di Irian Jaya, Kalimantan Timur, Sulawesi Tengah, Maluku dan Sulawesi Tenggara. (Puslittanak, 2005 di dalam (Djaenudin 2008))

Perkebunan kakao Indonesia mengalami perkembangan selama 5 tahun terakhir. Areal perkebunan kakao berkembang dari 1,587,136 Ha pada tahun 2009 menjadi 1,852,944 Ha pada tahun 2013 dan tersebar di seluruh provinsi di Indonesia kecuali di DKI Jakarta dengan setiap tahunnya mengalami pertumbuhan sebesar 4% (Ditjenbun Pertanian, 2014). Keberhasilan perluasan lahan tersebut telah memberikan dampak yang nyata bagi peningkatan pangsa pasar kakao Indonesia di kancah industri kakao dunia.

Melalui berbagai upaya perbaikan dan perluasan maka areal perkebunan kakao Indonesia pada tahun 2010 diperkirakan mencapai 1.100.000 ha dan

diharapkan mampu menghasilkan produksi 730.000 ton/tahun biji kakao. Pada tahun 2025, sasaran untuk menjadi produsen utama kakao dunia bisa menjadi kenyataan karena pada tahun tersebut total areal perkebunan kakao Indonesia diperkirakan mencapai 1.350.000 ha dan mampu menghasilkan 1.300.000 ton/tahun biji kakao. (Deptan, 2010 di dalam (Indah 2014)).



Gambar 1.2 Kurva daya saing biji kakao dari beberapa Negara produsen

Pada gambar 1.2, pada aspek mutu citarasa/aroma, biji kakao Indonesia mempunyai nilai sangat rendah, yaitu 1,5. Indikasi bahwa biji kakao Indonesia tidak difermentasi. Demikian juga aspek konsistensi mutu dan kadar lemak. Keduanya mempunyai nilai maksimum 2,5. Suatu petunjuk bahwa secara umum biji kakao tidak diolah dengan menggunakan metoda baku dan terkontrol. Bahkan, mutu biji kakao dari Papua New Guinea lebih baik dari mutu biji kakao Indonesia. Nilai plus biji kakao Indonesia terletak pada aspek ketersediaan dan infrastruktur logistik yang mendapat nilai sedang. Dengan pertimbangan mutu, industri cokelat global lebih menyukai biji kakao dari Nigeria dan Ghana, yang mempunyai nilai mutu lebih tinggi, meskipun nilai pada aspek lainnya lebih rendah. Industri cokelat membeli biji kakao Indonesia hanya untuk keperluan bahan pencampur karena harganya murah (nilai tinggi).

Harga biji kakao domestik bergerak mengikuti fluktuasi harga kakao dunia walaupun arahnya tidak persis sama karena pengaruh nilai tukar rupiah terhadap dolar Amerika, selain itu akumulasi dari *supply* dan *demand* hingga kondisi di perkebunan. Pergerakan harga kakao ini akan cenderung masih dipengaruhi oleh kondisi ekonomi global secara umum.

Tabel 1.1. Rata-rata harga kakao dunia

Tahun	Rata-rata harga kakao dunia (US \$/ton)
2010	3133
2011	2980
2012	2392
2013	2439
2014	3063

Sumber : (ICCO 2015) diolah

Harga kakao di tingkat petani cukup bervariasi, meskipun harga biji kakao secara teori mengikuti harga dunia. Ada beberapa hal yang mengakibatkan hal tersebut, yaitu mutu kakao yang tidak seragam antar petani di berbagai daerah. Dan harga di tingkat pekebun umumnya adalah harga pedagang pengumpul, sehingga di kabupaten yang sama namun lain kecamatan harga pembelian di tingkat petani bisa berbeda. Secara umum harga kakao biji di tingkat petani beberapa tahun terakhir berkisar antara Rp.16.000 – Rp.32.000/kg/biji kering non fermentasi dan untuk yang berfermentasi berkisar antara Rp.18.000 – Rp. 34.000/kg. Biji kakao rakyat masih dicirikan dengan karakter cita rasa lemah; kadar kotoran tinggi; serta banyak terkontaminasi serangga, jamur, dan mikotoksin. Keadaan tersebut selain membuat kakao Indonesia berharga paling rendah, juga menyebabkan citra mutu kakao Indonesia, khususnya yang berasal dari petani terus memburuk.

Pengusahaan kakao di Indonesia dilakukan melalui tiga bentuk usaha, yaitu perkebunan rakyat, perkebunan besar negara dan perkebunan besar swasta. Luas areal pertanaman kakao mencapai lebih dari 992.500 hektar dengan total produksi 652.350 ton. Dari data luasan areal tersebut, perkebunan rakyat memegang peringkat

pertama dengan luas 887.733 ha (89,44 %) dengan tingkat produksi mencapai 587.000 ton (90 %), (Departemen Pertanian, 2006); dan ada sekitar 965.00 ribu keluarga tani terlibat langsung dalam usahatani kakao (T Wahyudi, Panggabean, and Pujiyanto 2008).

Beberapa masalah utama yang perlu diatasi dalam perkebunan kakao Indonesia antara lain yaitu rendahnya produktivitas yang masih jauh di bawah potensi genetiknya (Hindayana et al., 2002). Produktivitas merupakan salah satu faktor ekonomi yang paling penting yang mempengaruhi biaya produksi per ton biji. Pada produktivitas yang lebih tinggi, biaya produksi per ton kakao akan lebih rendah, dan lain sebagainya.

Tabel 1.2. Produktivitas Kakao

Indikator	Produktivitas (ton/Ha)	Referensi
Rata-rata produktivitas kakao nasional :		
Tahun 2010	0, 804	Kementrian Pertanian (diolah)
Tahun 2011	0, 821	
Tahun 2012	0, 850	
Tahun 2013	0, 821	
Tahun 2014	0,823	
Potensi hasil secara teoritis	11	(Azhar and Lee 2004)
Hasil tertinggi yang tercatat (dalam tahun)	5 s/d 6,8	(Azhar and Lee 2004)

Pada tabel 1.2, produktivitas kakao Indonesia menunjukkan bahwa rata-rata produktivitas nasional Indonesia dalam budidaya kakao mengalami peningkatan walaupun tidak terlalu signifikan, dari 0,804 ton/Ha pada tahun 2010, 0,850 ton/Ha pada 2012, dan pada 2014 produktivitas kakao 0,823 ton/Ha. Tetapi peningkatan produktivitas kakao Indonesia masih jauh dari potensi genetiknya. Potensi hasil produktivitas kakao secara teoritis, dapat mencapai 11 ton/Ha, sedangkan untuk hasil tertinggi yang pernah tercatat yaitu 5 s/6,8 ton/Ha, dengan perawatan yang ideal dan kondisi lahan baik (Azhar and Lee 2004). Produktivitas tertinggi yang pernah dicapai kakao Indonesia yaitu sebesar 1,1 s/d 1,5 ton/Ha (Maswadi, 2011).

Secara umum, rendahnya tingkat produktivitas dan produksi kakao Indonesia dari berbagai aspek, mulai dari budidaya pemeliharaan, serangan hama dan penyakit utama yang merusak tanaman dan menurunkan produksi maupun mutunya, penanganan pascapanen yang belum optimal sehingga menimbulkan cacat mutu biji dan sistem tata niaga yang kurang mendukung.

Pada (Teguh Wahyudi and Misnawi 2007) disebutkan bahwa hama Penggerek Buah Kakao (PBK), penyakit busuk buah (*Phytophthora palmivora*) dan penyakit *Vascular Streak Dieback* (VSD) memberikan kontribusi besar terhadap kehilangan hasil, kerugian yang diakibatkan oleh hama PBK bisa mencapai 5-80%.

Faktor lain yang berpengaruh terhadap produktivitas menurut (Kyei, Foli, and Ankoh 2012) yaitu tenaga kerja (petani), banyaknya pupuk yang diberikan, pestisida, peralatan perkebunan yang modern, umur dari tanaman kakao dan ukuran lahan. Dengan menggunakan varietas unggulan atau *hybrid* kakao maka produktivitas lahan kakao dapat meningkat (Wiredu et al. 2011).

Berbagai usaha telah dilaksanakan untuk peningkatan produktivitas. Salah satu upaya pemerintah melalui Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian untuk meningkatkan produktivitas kakao yaitu mencanangkan program Gerakan Nasional (GERNAS) Kakao. Gernas Kakao resmi dimulai tahun 2009 – 2011. Implementasi program Gernas Kakao 2009 – 2011 tidak dapat langsung dilihat hasilnya karena memerlukan waktu lebih dari 2-3 tahun, karena itu pada tahun 2012, Gernas Kakao diperpanjang hingga 2014. (Dhany 2012).

Walaupun terdapat banyak masalah potensial, namun kakao merupakan komoditas yang ideal untuk dibudidayakan para petani rakyat karena dapat dibudidayakan dengan produktivitas yang sama pada skala kecil ataupun skala besar. Kakao secara mudah dibudidayakan dan dipungut hasil panennya serta tidak memerlukan banyak modal untuk alat mesin berat dalam pengolahannya. Oleh karena itu, kakao mudah terpadu dengan sistem pertanian tradisional (Spillane 1995).

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan model sistem dinamis. Pendekatan ini digunakan karena sesuai untuk menganalisis dan mendesain sebuah kebijakan yang ditandai dengan

adanya saling ketergantungan, saling interaksi, umpan balik informasi, dan lingkaran hubungan sebab akibat, kondisi yang kompleks dan dinamis (Stermann 2000); Axella dan Suryani (2012) menyebutkan bahwa penggunaan model sistem dinamis dalam penelitian memiliki setidaknya empat keuntungan yaitu: (i) penelitian dapat dilakukan lintas sektoral dan ruang lingkup yang lebih luas; (ii) dapat melakukan eksperimentasi terhadap sistem; (iii) mampu menentukan tujuan aktivitas pengelolaan dan perbaikan terhadap sistem. Diharapkan, dengan pendekatan sistem dinamik diharapkan memperoleh solusi terhadap masalah produktivitas kakao di Indonesia.

Penelitian ini bertujuan untuk merumuskan alternatif kebijakan yang dapat diterapkan oleh pemerintah untuk meningkatkan produktivitas kakao nasional Indonesia agar dapat bersaing di era globalisasi saat ini dan swasembada kakao dengan menggunakan pendekatan Sistem Dinamik.

1.2. Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini antara lain adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana produktivitas kakao berdasarkan kondisi saat ini dengan menggunakan pemodelan sistem dinamik kemudian merencanakan peningkatan produktivitas kakao?
2. Bagaimana membuat skenario kebijakan untuk meningkatkan produktivitas kakao?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Objek penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah kakao di Indonesia.
2. Data yang digunakan adalah data historis yang diambil dari BPS (Badan Pusat Statistik), Ditjenbun Kementrian Pertanian, PTPN, Asosiasi Kakao Indonesia (Askindo), ICCO (International Cocoa Organization), untuk tahun 2000 – 2014

yaitu data luas lahan perkebunan Kakao Nasional, data produksi perkebunan Kakao, dan produktivitas perkebunan Kakao.

3. Hasil yang didapat dari penelitian ini adalah simulasi berupa usaha-usaha dalam meningkatkan produktivitas kakao serta untuk menyelesaikan isu-isu kompleks yang mendukung kemajuan kakao Indonesia.

1.4 Tujuan

Berdasarkan uraian sebelumnya pada rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini adalah membuat model simulasi dinamik yang memberikan gambaran mengenai produktivitas kakao berdasarkan kondisi saat ini dan merancang skenario kebijakan yang dapat digunakan untuk meningkatkan produktivitas kakao.

1.5 Manfaat

Manfaat yang ingin dicapai dalam studi ini berdasarkan latar belakang, rumusan masalah dan tujuan studi adalah:

1. Bagi Industri Kakao Indonesia

Hasil dari penelitian ini akan memberikan sumbangan pemikiran yang dapat digunakan sebagai referensi bagi pihak-pihak terkait dalam mengambil alternatif kebijakan dengan tujuan untuk meningkatkan produktivitas kakao.

2. Bagi Akademik

Penelitian ini diharapkan dapat menambahkan referensi dan bahan informasi khususnya bagi peneliti yang akan melakukan penelitian sejenis untuk dapat dikembangkan lebih lanjut dan lebih detail pada masa yang akan datang.

1.6 Kontribusi

Kontribusi untuk akademik adalah diharapkan dapat memberikan kontribusi berupa pengembangan model sistem produktivitas kakao yang dapat memberikan gambaran produktivitas kakao di Indonesia berdasarkan kondisi saat ini.

Kontribusi bagi industri kakao Indonesia adalah merakit skenario kebijakan untuk meningkatkan produktivitas kakao.

Implementasi pendekatan sistem dinamik sehingga dapat membantu sebagai alat untuk memberikan saran/keputusan/kebijakan untuk menyelesaikan isi-isu kompleks terhadap produktivitas kakao nasional.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini terdiri dari latar belakang dilakukannya penelitian, perumusan masalah, tujuan dan kontribusi penelitian, batasan penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tinjauan pustaka dan penelitian-penelitian yang sudah ada mengenai produksi kakao, industri kakao, perkebunan kakao dan serangkaian teori yang digunakan sebagai dasar dalam pemodelan sistem dinamik untuk topik penelitian.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini mengulas tentang tahapan-tahapan sistematis yang digunakan untuk melakukan penelitian.

BAB IV : PENGEMBANGAN MODEL

Bab ini mengulas tentang pengembangan model dari base model, validasi data dan model skenario serta hasil dari pengembangan model.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari sistem yang dibuat dan saran untuk proses pengembangan berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

Berisi daftar referensi yang digunakan dalam penelitian ini, baik jurnal, buku maupun data-data resmi dari website BPS, Ditjen Pertanian Perkebunan, ICCO, Askindo, dll.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan mengenai teori-teori yang digunakan dalam penyusunan tesis, yaitu teori tentang produktivitas dan industri kakao serta teori mengenai metode pemodelan sistem dinamik yang digunakan untuk mengukur dan menguji penelitian dengan menghasilkan model simulasi.

2.1 Produktivitas

Menurut Rutkauskas dan Paulaviciene dalam (Prayoga, 2010), istilah produktivitas secara ekonomis menggambarkan suatu perbandingan antara keluaran dan masukan. Produktivitas sebagai konsep yang dapat ditinjau dari dua dimensi yakni produktivitas faktor total dan produktivitas parsial. Sedangkan menurut Olaoye, 2005 masih dalam jurnal yang sama (Prayoga, 2010), Bentuk hubungan pada produktivitas digambarkan sebagai hubungan antara produksi output dan indeks dari gabungan input (khususnya tenaga kerja, barang modal, dan sumber alam).

Secara konseptual, pengukuran produktivitas suatu usaha ekonomi dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu produktivitas parsial atau *single factor productivity* dan produktivitas faktor total atau *multi factor productivity*. Produktivitas parsial adalah produksi rata-rata dari suatu faktor produksi yang diukur sebagai hasil bagi total produksi dan total penggunaan suatu faktor produksi. Jika faktor produksi yang digunakan lebih dari satu jenis, maka konsep produktivitas yang lebih banyak digunakan adalah produktivitas faktor total. (Maulana, 2004)

Produktivitas menurut (Mubyarto, 1973) adalah perbandingan antara hasil produksi yang diperoleh dari satu kesatuan input dengan kemampuan lahan. Produktivitas lahan adalah kemampuan lahan produktif untuk menghasilkan produk-produk hayati diantaranya:

1. Lahan pertanian
2. Lahan persawahan
3. Lahan perikanan
4. Hutan

5. *Built up area*

6. Lahan penyerapan karbon atau biomassa energi

Untuk mengetahui rata-rata hasil produktivitas lahan per tahun, digunakan rumus:

$$Produktivitas = \frac{Hasil\ Panen\ (Ton)}{Luas\ Lahan\ (Ha)} \quad (1)$$

2.2 Kakao Indonesia

Kakao merupakan tanaman perkebunan/industri berupa pohon yang dikenal di Indonesia sejak tahun 1560, namun baru menjadi komoditi yang penting sejak tahun 1951. Pemerintah Indonesia mulai menaruh perhatian dan mendukung industri kakao pada tahun 1975, setelah PTP IV berhasil menaikkan produksi kakao per hektar melalui penggunaan bibit unggul *Upper Amazon Interclonal Hibryd*, yang merupakan hasil persilangan antar klon dan sabah. Tanaman tropis tahunan ini berasal dari Amerika Selatan. Penduduk Maya dan Astec di Amerika Selatan dipercayai sebagai perintis pengguna kakao dalam makanan dan minuman. Sampai pertengahan abad ke XVI, selain bangsa di Amerika Selatan, hanya bangsa Spanyol yang mengenal tanaman kakao. Dari Amerika Selatan tanaman ini menyebar ke Amerika Utara, Afrika dan Asia. Tanaman kakao merupakan tanaman yang menumbuhkan bunga dari batang atau cabang. Untuk itulah tanaman kakao digolongkan menjadi kelompok tanaman *Caulifloris*. (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao di Indonesia, 2004)

Pohon kakao menghasilkan buah yang selanjutnya diolah menjadi coklat. Kakao merupakan sejenis tumbuhan tahunan yang berbentuk pohon dan memiliki nama latin *Theobroma Cacao*. Tanaman kakao dapat tumbuh setinggi 10 meter tetapi untuk tanaman hasil budidaya umumnya tanaman kakao hanya setinggi 5 meter dengan tajuk menyamping yang meluas. Kakao merupakan tanaman yang tumbuh di daerah tropis. Indonesia, Pantai gading, Ghana dan Brasil merupakan salah satu penghasil kakao terbesar saat ini. Coklat merupakan jenis rasa yang paling populer saat ini. Selain itu coklat juga diolah menjadi berbagai bahan makanan dan minuman yang banyak digemari di seluruh dunia.

2.2.1 Varietas

Varietas utama kakao dunia terbagi dalam 3 varietas, yaitu (T Wahyudi, Panggabean, and Pujiyanto, 2008):

a. *Criolo* (*fine cocoa* atau kakao mulia)

Jenis varietas *Criolo* mendominasi pasar kakao hingga pertengahan abad 18, akan tetapi saat ini hanya beberapa saja pohon *Criolo* yang masih ada. Jenis ini mutunya sangat baik dan dikenal sebagai: cokelat mulia, *fine flavour cocoa*, *choiced cocoa*, dan *edel cocoa*. Buahnya berwarna merah atau hijau, kuliat buahnya tipis berbintil-bintil kasar dan lunak. Biji buahnya berbentuk bulat telur dan berukuran besar dengan kotiledon berwarna putih pada waktu basah.

b. *Forastero*

Varietas ini merupakan kelompok varietas terbesar yang diolah dan ditanami. Jenis ini merupakan jenis tanaman kakao yang menghasilkan biji coklat yang mutunya sedang atau *bulk cocoa* atau dikenal juga sebagai *ordinary cocoa*. Buahnya berwarna hijau, kulitnya tebal. Biji buahnya tipis atau gepeng dan kotiledon berwarna ungu pada waktu basah.

c. *Trinitario* / Hibrida

Merupakan hasil *persilangan* antara jenis *Forastero* dan *Criolo*, sehingga jenis ini sangat heterogen. Kakao *Trinitario* menghasilkan biji yang termasuk *fine flavour cocoa* dan ada yang termasuk *bulk cocoa*. Buahnya berwarna hijau atau merah dan bentuknya bermacam-macam. Biji buahnya bermacam-macam dengan kotiledon berwarna ungu muda sampai ungu tua pada waktu basah.

Dalam komoditas perdagangan kakao dunia dibagi menjadi dua kategori besar biji kakao :

a. Kakao mulia ("*fine cocoa*")

Secara umum, Kakao mulia diproduksi dari varietas *Criolo*.

b. Kakao curah ("*bulk or ordinary cocoa*")

Kakao curah berasal dari jenis *Forastero*.

2.2.2. Syarat Tumbuh Kakao

Berdasarkan dari buku Pedoman Teknis Budidaya Kakao oleh (Dinas Perkebunan Jatim, 2013), mengenai syarat tumbuh kakao terdapat sejumlah faktor, iklim dan tanah menjadi kendala bagi pertumbuhan dan produksi tanaman kakao. Lingkungan alami tanaman cokelat adalah hutan tropis. Dengan demikian curah hujan, temperatur, dan sinar matahari menjadi bagian dari faktor iklim yang menentukan. Demikian juga faktor fisik dan kimia tanah yang erat kaitannya dengan daya tembus (penetrasi) dan kemampuan akar menyerap hara. Kakao ditanam di daerah-daerah yang berada pada 100 LU sampai dengan 100 LS. Walaupun demikian penyebaran pertanaman kakao secara umum berada pada daerah-daerah antara 70 LU sampai dengan 180 LS. Hal ini tampaknya erat kaitannya dengan distribusi curah hujan dan jumlah penyinaran matahari sepanjang tahun.

a. Curah Hujan

Hal terpenting dari curah hujan yang berhubungan dengan pertanaman kakao adalah distribusinya sepanjang tahun. Hal tersebut berkaitan dengan masa pembentukan tunas muda dan produksi. Areal penanaman kakao yang ideal adalah daerah-daerah bercurah hujan 1.100 - 3.000 mm per tahun. Disamping kondisi fisik dan kimia tanah, curah hujan yang melebihi 4.500 mm per tahun tampaknya berkaitan dengan serangan penyakit busuk buah (black pods). Di daerah yang curah hujannya lebih rendah dari 1.200 mm per tahun masih dapat ditanami kakao, tetapi dibutuhkan air irigasi. Hal ini disebabkan air yang hilang karena transpirasi akan lebih besar daripada air yang diterima tanaman dari curah hujan, sehingga tanaman perlu dipasok dengan air irigasi. Ditinjau dari tipe iklimnya, kakao sangat ideal ditanam pada daerah-daerah yang tipe iklimnya A (menurut Koppen) atau B (menurut Scmid dan Fergusson). Di daerah-daerah yang tipe iklimnya C (menurut Scmid dan Fergusson) kurang baik untuk penanaman kakao karena bulan keringnya yang panjang.

b. Temperatur

Pengaruh temperatur pada kakao erat kaitannya dengan ketersediaan air, sinar matahari, dan kelembaban. Faktor-faktor tersebut dapat dikelola melalui pemangkasan, penanaman tanaman pelindung, dan irigasi. Temperatur sangat berpengaruh pada pembentukan flush, pembungaan, serta kerusakan daun. Temperatur ideal bagi pertumbuhan kakao adalah 30°C - 32°C (maksimum) dan 18°C - 21°C (minimum). Temperatur yang lebih rendah dari 10°C akan mengakibatkan gugur daun dan mengeringnya bunga, sehingga laju pertumbuhannya berkurang. Temperatur yang tinggi akan memacu pembungaan, tetapi kemudian akan segera gugur.

c. Sinar Matahari

Lingkungan hidup alami tanaman kakao adalah hutan tropis yang di dalam pertumbuhannya membutuhkan naungan untuk mengurangi pencahayaan penuh. Cahaya matahari yang terlalu banyak menyoroti tanaman kakao akan mengakibatkan lilit batang kecil, daun sempit, dan tanaman relatif pendek. Kakao termasuk tanaman yang mampu berfotosintesis pada suhu daun rendah. Fotosintesis maksimum diperoleh pada saat penerimaan cahaya pada tajuk sebesar 20% dari pencahayaan penuh. Kejenuhan cahaya di dalam fotosintesis setiap daun kakao yang telah membuka sempurna berada pada kisaran 3-30 persen cahaya matahari penuh atau pada 15 persen cahaya matahari penuh. Hal ini berkaitan pula dengan pembukaan stomata yang menjadi lebih besar bila cahaya yang diterima lebih banyak.

d. Tanah

Tanaman kakao dapat tumbuh pada berbagai jenis tanah, asal persyaratan fisik dan kimia tanah yang berperan terhadap pertumbuhan dan produksi kakao terpenuhi. Kemasaman tanah (pH), kadar zat organik, unsur hara, kapasitas adsorpsi, dan kejenuhan basa merupakan sifat kimia yang perlu diperhatikan, sedangkan faktor fisiknya adalah kedalaman efektif, tinggi permukaan air tanah, drainase, struktur, dan konsistensi tanah. Selain itu kemiringan lahan juga merupakan sifat fisik yang mempengaruhi pertumbuhan dan pertambahan kakao.

e. Sifat Kimia Tanah

Tanaman kakao dapat tumbuh dengan baik pada tanaman yang memiliki pH 6 - 7,5; tidak lebih tinggi dari 8 serta tidak lebih rendah dari 4; paling tidak pada kedalaman 1 meter. Hal ini disebabkan terbatasnya ketersediaan hara pada pH tinggi dan efek racun dari Al, Mn, dan Fe pada pH rendah.

Disamping faktor keasaman, sifat kimia tanah yang juga turut berperan adalah kadar zat organik. Kadar zat organik yang tinggi akan meningkatkan laju pertumbuhan pada masa sebelum panen. Untuk itu zat organik pada lapisan tanah setebal 0 - 15 cm sebaiknya lebih dari 3 persen. Kadar tersebut setara dengan 1,75 persen unsur karbon yang dapat menyediakan hara dan air serta struktur tanah yang gembur.

Usaha meningkatkan kadar organik dapat dilakukan dengan memanfaatkan serasah sisa pemangkasan maupun pembersihan kulit buah kakao. Sebanyak 1.990 kg per ha per tahun daun gliricida yang jatuh memberikan hara nitrogen sebesar 40,8 kg per ha, fosfor 1,6 kg per ha, kalium 25 kg per ha, dan magnesium 9,1 kg per ha. Kulit buah kakao sebagai zat organik sebanyak 900 kg per ha memberikan hara yang setara dengan 29 kg urea, 9 kg RP, 56,6 kg MoP, dan 8 kg kieserit. Sebaiknya tanah-tanah yang hendak ditanami kakao paling tidak juga mengandung kalsium lebih besar dari 8 Me per 100 gram contoh tanah dan kalium sebesar 0,24 Me per 100 gram, pada kedalaman 0 - 15 cm.

f. Sifat Fisik Tanah

Tekstur tanah yang baik untuk tanaman kakao adalah lempung liat berpasir dengan komposisi 30 - 40 % fraksi liat, 50% pasir, dan 10 - 20 persen debu. Susunan demikian akan mempengaruhi ketersediaan air dan hara serta aerasi tanah. Struktur tanah yang remah dengan agregat yang mantap menciptakan gerakan air dan udara di dalam tanah sehingga menguntungkan bagi akar. Tanah tipe latosol dengan fraksi liat yang tinggi ternyata sangat kurang menguntungkan tanaman kakao, sedangkan tanah regosol dengan tekstur lempung berliat walaupun mengandung kerikil masih baik bagi tanaman kakao.

Tanaman kakao menginginkan solum tanah minimal 90 cm. Walaupun ketebalan solum tidak selalu mendukung pertumbuhan, tetapi solum tanah setebal itu dapat dijadikan pedoman umum untuk mendukung pertumbuhan kakao. Kedalaman efektif terutama ditentukan oleh sifat tanah, apakah mampu menciptakan kondisi yang menjadikan akar bebas untuk berkembang. Karena itu, kedalaman efektif berkaitan dengan air tanah yang mempengaruhi aerasi dalam rangka pertumbuhan dan serapan hara. Untuk itu kedalaman air tanah disyaratkan minimal 3 meter.

g. Kriteria Tanah

Areal penanaman tanaman kakao yang baik tanahnya mengandung fosfor antara 257 - 550 ppm berbagai kedalaman (0 - 127,5 cm), dengan persentase liat dari 10,8 - 43,3 persen; kedalaman efektif 150 cm; tekstur (rata-rata 0-50 cm di atas) SC, CL, SiCL; kedalaman Gley dari permukaan tanah 150 cm; pH-H₂O (1:2,5) = 6 s/d 7; zat organik 4 persen; K.T.K rata-rata 0-50 cm di atas 24 Me/100 gram; kejenuhan basa rata-rata 0 - 50 cm di atas 50%.

2.2.3. Pemeliharaan Tanaman Kakao

a. Pemangkasan

Pemangkasan pohon pelindung dilakukan agar dapat berfungsi untuk jangka waktu yang lama. Pemangkasan dilakukan terhadap cabang-cabang yang tumbuh rendah dan lemah. Pohon dipangkas sehingga cabang terendah akan berjarak lebih dari 1 m dari tajuk tanaman kakao. Pemangkasan ini merupakan usaha untuk meningkatkan produksi dan mempertahankan umur ekonomis tanaman. Dengan pemangkasan maka akan mencegah serangan hama dan penyakit, membentuk tajuk pohon, memelihara tanaman dan memacu produksi.

b. Penyiangan

Tujuannya adalah untuk mencegah persaingan dalam penyerapan air dan unsur hara serta mencegah hama dan penyakit. Penyiangan harus dilakukan secara rutin, minimal satu bulan sekali dengan menggunakan cangkul, koret atau dicabut dengan tangan.

c. Pemupukan

Pemupukan dilakukan setelah tanaman kakao berumur dua bulan di lapangan. Pemupukan pada tanaman yang belum menghasilkan dilakukan dengan cara menaburkan pupuk secara merata dengan jarak 15 cm – 50 cm (untuk umur 2 – 10 bulan) dan 50 cm – 75 cm (untuk umur 14 – 20 bulan) dari batang utama. Sedang untuk tanaman yang menghasilkan, penaburan pupuk dilakukan pada jarak 50 cm – 75 cm dari batang utama. Penaburan pupuk dilakukan dalam alur sedalam 10 cm.

d. Penyiraman

Penyiraman tanaman kakao yang tumbuh dengan kondisi tanah yang baik dan memiliki pohon pelindung tidak memerlukan banyak air. Air yang berlebihan akan menyebabkan kondisi tanah menjadi sangat lembab. Penyiraman dilakukan pada tanaman muda, terutama tanaman yang tidak memiliki pohon pelindung.

e. Pemberantasan hama dan penyakit

Pemberantasan hama dilakukan dengan penyemprotan pestisida dalam dua tahap. Pertama, bertujuan untuk mencegah sebelum diketahui ada hama yang menyerang. Kadar dan jenis pestisida disesuaikan. Tahap yang kedua adalah usaha pemberantasan hama, dimana jenis dan kadar pestisida yang digunakan ditingkatkan. Contoh pestisida yang digunakan: Deltametrin (Decis 2,5 EC), Sihalostrin (Metador 25 EC) dan lain-lain.

Hama yang sering menyerang tanaman kakao antara lain belalang (*Valanga Nigricornis*), ulat jengkal (*Hypsidra talakaWalker*), kutu putih (*Planoccos lilaci*), penghisap buah (*Helopeltis sp.*), dan penggerek batang (*Zeuzera sp.*). Insektisida yang sering digunakan untuk pemberantasan belalang, ulat jengkal, dan kutu putih antara lain adalah *Decis*, *Cupraycide*, *Lebaycide*, *Coesar* dan *Atabron*. Penghisap buah dapat diberantas dengan *Lebaycide*, *Cupraycide* dan *Decis*.

Penyakit yang sering ditemukan dalam budidaya kakao, yaitu penyakit jamur upas dan jamur akar. Penyakit tersebut disebabkan oleh jamur *Oncobasidium*

thebromae. Selain itu juga sering dijumpai penyakit busuk buah yang disebabkan oleh *Phytoptera sp.*

f. Panen

Buah kakao dapat dipanen apabila terjadi perubahan warna kulit pada buah yang telah matang. Sejak fase pembuahan sampai menjadi buah dan matang, kakao memerlukan waktu sekitar 5 bulan. Buah matang dicirikan oleh perubahan warna kulit buah dan biji yang lepas dari kulit bagian dalam. Bila buah diguncang, biji biasanya berbunyi. Keterlambatan waktu panen akan berakibat pada berkecambahnya biji di dalam.

g. Proses Pengolahan Biji Kakao menjadi Cokelat

Harga biji kakao Indonesia relatif rendah dan dikenakan potongan harga dibandingkan dengan harga produk sama dari negara produsen lain. Faktor penyebab mutu kakao beragam adalah minimnya sarana pengolahan, lemahnya pengawasan mutu serta penerapan teknologi pada seluruh tahapan proses pengolahan biji kakao rakyat yang tidak berorientasi pada mutu. Kriteria mutu biji kakao meliputi aspek fisik, cita rasa dan kebersihan serta tahapan proses produksinya. Proses pengolahan buah kakao menentukan mutu produk akhir kakao, karena dalam proses ini terjadi pembentukan calon cita rasa khas kakao dan pengurangan cita rasa yang tidak dikehendaki, misalnya rasa pahit dan sepat.

h. Penyortiran/Pengelompokan

Biji kakao kering dibersihkan dari kotoran dan dikelompokkan berdasarkan mutunya. Sortasi dilakukan setelah 1-2 hari dikeringkan agar kadar air seimbang, sehingga biji tidak terlalu rapuh dan tidak mudah rusak, sortasi dapat dilakukan dengan menggunakan ayakan yang dapat memisahkan biji kakao dari kotoran.

2.2.4. Komposisi Kakao

Pada dasarnya buah kakao terdiri atas 4 bagian yakni : kulit, *placenta*, *pulp*, dan biji. Buah kakao masak berisi 30-40 biji yang diselubungi oleh *pulp* dan *placenta*. Pulp merupakan jaringan halus yang berlendir yang membungkus biji

kakao, keadaan zat yang menyusun pulp terdiri dari 80-90% air dan 8-14% gula sangat baik untuk pertumbuhan mikroorganisme yang berperan dalam proses fermentasi (Kristiani, Melati, and Haeruddin 2013).

Tabel 2.1. Mutu Biji Kakao menurut SNI 01 – 2323 – 2000

Mutu	Bentuk Biji	Warna	Bau	% ka (b/b) maksimal	kadar lemak (b/b) min
I	Bulat, lonjong penuh. Tebal 1 cm. Panjang 1,5 cm. Lebar 1,5 cm.	Cokelat rata dan cerah	Khas coklat	8 %	55%
II	Sedikit berlekuk-lekuk	Cokelat rata dan cerah atau coklat muda	Khas coklat	8 %	55%
III	Keriput	Cokelat rata dan cerah	Khas coklat	8 %	55%

(sumber : sisni.bsn.go.id)

A. Bubuk Kakao

Berdasarkan Peraturan Menteri Perindustrian Nomor 45/2009 disebutkan bahwa yang dimaksud dengan kakao bubuk adalah produk kakao berbentuk bubuk yang diperoleh dari kakao massa setelah dihilangkan sebagian lemaknya dengan atau tanpa perlakuan alkalisasi. Alkalisasi adalah proses penambahan suatu bahan alkalis yang sesuai dengan biji kakao dengan tujuan untuk mengatur keasaman agar mencapai tingkat yang diinginkan.

Fermentasi dan penyangraian biji mengakibatkan sifat-sifat citarasa bubuk cokelat berbeda-beda misalnya intensitas *cocoa flavor*, rasa pahit, *astringent* dan keasaman. Acidifikasi biji kakao oleh asam asetat selama fermentasi berlangsung sangat penting untuk pengembangan *flavor*/citarasa.

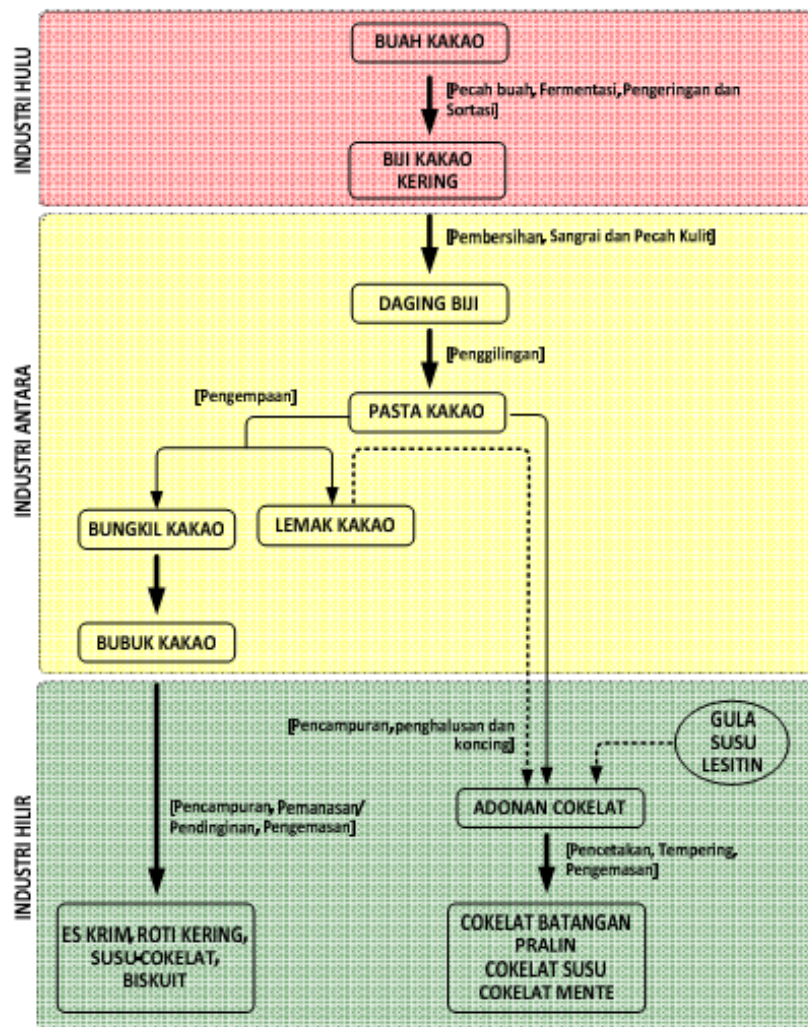
B. Flavor

Flavor kakao terutama terbentuk setelah biji mengalami proses fermentasi dan diikuti dengan proses pengeringan. Dua tipe reaksi biokimia yang bertanggung jawab untuk memproduksi prekursor flavor adalah reaksi hidrolisis saat fermentasi

dan reaksi oksidasi selama pengeringan biji kakao. Untuk menghasilkan pengembangan flavor yang baik, kedua reaksi tersebut harus diikuti dalam urutan yang benar dan tepat.

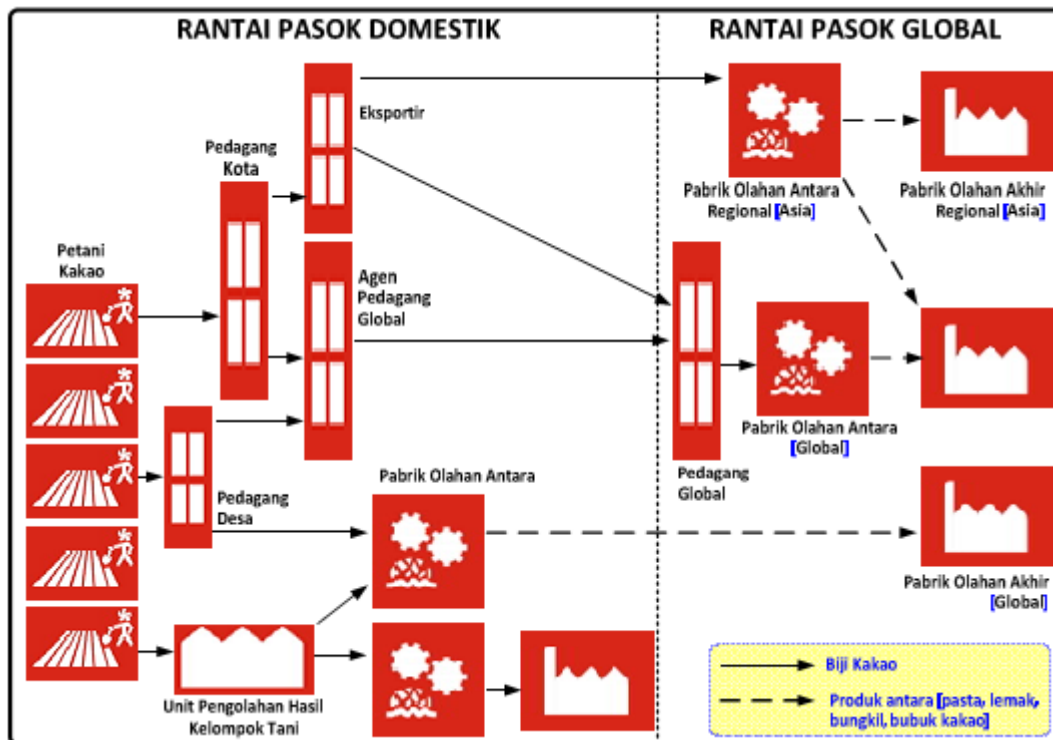
2.2 Industri Kakao

Kakao diperdagangkan dalam bentuk fisik sebagai biji kering dan digolongkan sebagai produk primer. Produk ini dihasilkan oleh kelompok industri paling hulu yang berperan mengolah buah kakao hasil panen menjadi biji kering. Pabrik pengolahan biji kakao dibangun mendekati sumber bahan baku (kebun) dengan tahapan proses utama adalah fermentasi, pengeringan dan sortasi. Konsumen utama biji kakao adalah industri kakao antara, yang umumnya berlokasi di kota besar. Kelompok industri ini berfungsi mengubah biji kakao menjadi produk antara (*intermediate products*) seperti pasta, lemak, bungkil dan bubuk kakao. Ketiga produk ini kemudian dipasok ke industri hilir untuk kemudian diolah lanjut menjadi produk-produk makanan dan minuman yang siap dikonsumsi oleh masyarakat, seperti, permen coklat batangan, pralin susu bubuk coklat, roti kering, es krim, biskuit dsb. Selain sebagai bahan baku makanan dan minuman, produk antara kakao juga dimanfaatkan sebagai bahan baku industri farmasi dan kosmetika antara lain untuk membuat sabun, lipstik, pelembab kulit dsbnya. (Mulato, 2011)



Gambar 2.1. Keterkaitan 3 kelompok industri berbasis kakao

Di dalam sistem rangkaian rantai pasok biji kakao, petani kakao merupakan pelaku usaha paling hulu dan mempunyai peran sentral sebagai penyedia bahan baku industri olahan kakao domestik dan global (Gambar 2.2). Kurang lebih 90% produksi kakao nasional, yang saat ini mencapai 650 ribu ton, dihasilkan oleh petani. Porsi biji kakao ekspor ke pasar global adalah 70% melalui jalur eksportir domestik dan agen-agen pemasar global. Sedangkan sisanya digunakan untuk pasokan ke industri kakao domestik melalui pedagang perantara lokal dan Unit-Unit Pengolahan Hasil yang dikelola oleh kelompok tani (Simon., *et-al.*, 2007; BKPM, 2010; Pusdatin, 2010 dalam (Mulato 2011).



Gambar 2.2. Rantai pasok kakao dari petani sampai industri kakao domestik dan global

2.3. Sistem, Pemodelan dan Simulasi

2.4.1 Sistem

Sistem adalah kumpulan obyek yang saling berinteraksi dan bekerjasama untuk mencapai tujuan logis dalam suatu lingkungan yang kompleks (Law and Kelton 2000). Sistem telah menjadi bagian tak terpisahkan pada diri manusia untuk dapat mencapai kemajuan baik dalam strata berpikir maupun strata pelaksanaannya. Sistem telah menjadi bagian penting manusia modern.

Telaah manusia terhadap persoalan yang dihadapinya, telah memunculkan pemikiran tentang kesisteman. Pemikiran ini sejak tahun 1940 disebut sebagai *system thinking* (pemikiran sistem). Penelitian Operasional, *management science* atau analisis sistem telah menggunakan pemikiran ini, yang biasanya digunakan jika kebanyakan dari interaksi antar berbagai bagian dari suatu sistem dapat dinyatakan dalam terminology kuantitatif, seperti ekspersi matematika. Hal ini sangat membantu analis untuk mendalami persoalan kompleks yang dihadapi, untuk menemukan solusi

atau kompromi terbaik dari berbagai persoalan dan memberikan jawaban untuk pertanyaan penting “*what if*”. Itulah sebabnya pemikiran sistem menjadi sangat penting saat sekarang (Arifin 2009).

Sistem terbagi menjadi 2 jenis, yaitu (Ruth & Hannon, 1997 di dalam (Dewi 2012)) :

1. Sistem Terbuka (*open system*)
2. Sistem Tertutup (*closed system*)

Gambar 2.3 merupakan *open system* yang bercirikan sebuah *output* sebagai respon dari *input* di mana *output* diisolasi dari dan tidak ada pengaruhnya terhadap *input*. Dalam sistem terbuka ini, aksi sebelumnya (*past action*) tidak bisa mengontrol aksi yang akan datang (*future action*). Sementara itu, *feedback system* merupakan sistem tertutup (*closed system*) pada gambar 2.4, yang dipengaruhi perilaku sebelumnya. *Feedback system* memiliki struktur *closed loop* dimana aksi sebelumnya dapat kembali mengontrol aksi yang akan datang.

Ada dua kategori *feedback system* :

- a. *Negative feedback system*

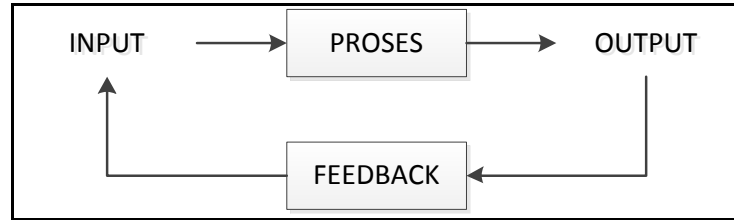
Mencari tujuan dan respon sebagai konsekuensi dari kegagalan mencapai tujuan.

- b. *Positive feedback system*

Meningkatkan proses-proses pertumbuhan di mana aksi yang dihasilkan dapat membangkitkan aksi yang lebih besar. Jadi *feedback system* dapat mengontrol aksi berdasarkan hasil-hasil dari aksi sebelumnya.



Gambar 2.3. Sistem Loop Terbuka (Ruth & Hannon, 1997 di dalam (Dewi 2012))

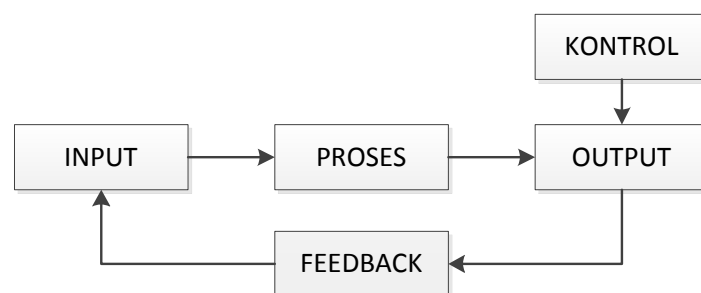


Gambar 2.4. Sistem Loop Tertutup (Ruth & Hannon, di dalam (Dewi 2012))

Secara lebih tegas beberapa karakteristik yang dimiliki oleh sistem dapat dinyatakan sebagai berikut :

1. Dibangun oleh sekelompok komponen yang saling berinteraksi.
2. Bersifat *wholeness*.
3. Memiliki satu atau segugus tujuan.
4. Terdapat proses transformasi *input* menjadi *output*.
5. Terdapat mekanisme pengendalian yang berkaitan dengan perubahan yang terjadi pada lingkungan sistem.

Sistem memiliki sifat dinamik dan berbagai perubahan pun selalu terjadi. Untuk itu perlu dilakukan pemeriksaan secara berkala tentang bentuk dari *output*, agar dapat dilakukan perubahan yang diperlukan sesuai perubahan lingkungannya atau karena sebab yang lainnya. Unsur-unsur yang memungkinkan sistem itu berfungsi dalam keseimbangan adalah kontrol dan umpan balik.



Gambar 2.5. Kontrol dan Umpan Balik Sistem
(Ruth & Hannon, di dalam (Dewi 2012))

Tujuan dari umpan balik adalah kontrol. Kontrol dinyatakan sebagai fungsi sistem yang membandingkan *output* dengan sebuah standar yang telah ditetapkan sebelumnya. Umpan balik merupakan fungsi yang memberikan informasi atas penyimpangan dari *output* dengan standar dari kontrol tersebut, dan memasukkan informasi ini sebagai *input* ke dalam proses yang telah menghasilkan *output* itu sehingga semua penyimpangan dari hasil yang diharapkan dapat dikoreksi (Dewi 2012).

2.4.2 Pemodelan

Ada beberapa cara untuk dapat merancang, menganalisis dan mengoperasikan suatu sistem. Salah satunya adalah dengan melakukan pemodelan, membuat model dari sistem tersebut. Model adalah alat yang sangat berguna untuk menganalisis maupun merancang sistem. Sebagai alat komunikasi yang sangat efisien, model dapat menunjukkan bagaimana suatu operasi bekerja dan mampu merangsang untuk berpikir bagaimana meningkatkan atau memperbaikinya. Dengan membuat model dari sistem maka diharapkan dapat lebih mudah untuk melakukan analisis. Hal ini merupakan prinsip pemodelan, yaitu bahwa pemodelan bertujuan untuk mempermudah analisis dan pengembangan. (Dewi 2012)

Menurut Erma Suryani dalam buku Pemodelan dan Simulasi, 2006, model merupakan representasi sistem dalam kehidupan nyata yang menjadi fokus perhatian dan menjadi pokok permasalahan. Pemodelan dapat didefinisikan sebagai proses pembentukan model dari sistem tersebut dengan menggunakan bahasa formal tertentu.

2.4.3 Simulasi

Beberapa pengertian simulasi menurut para ahli dalam (Suryani 2006) yaitu :

1. Hoover dan Perry (1990)

Simulasi merupakan proses perancangan model matematis atau logis dari sistem nyata, melakukan eksperimen terhadap model dengan menggunakan computer untuk menggambarkan, menjelaskan dan memprediksi perilaku sistem.

2. Law dan Kelton (1991)

Simulasi didefinisikan sebagai sekumpulan metode dan aplikasi untuk menirukan atau merepresentasikan perilaku dari suatu sistem nyata, yang biasanya dilakukan pada komputer dengan menggunakan perangkat lunak tertentu.

3. Khosnevis (1994)

Simulasi merupakan proses aplikasi membangun model dari sistem nyata atau usulan sistem, melakukan eksperimen dengan model tersebut untuk menjelaskan perilaku sistem, mempelajari kinerja sistem atau untuk membangun sistem baru sesuai dengan kinerja yang diinginkan.

Simulasi merupakan *tool* yang cukup fleksibel untuk memecahkan masalah yang sulit untuk dipecahkan dengan model matematis biasa. Model simulasi sangat efektif digunakan untuk sistem yang relatif kompleks untuk pemecahan analitis dari model tersebut. Penggunaan simulasi akan memberikan wawasan yang lebih luas pada pihak manajemen dalam menyelesaikan suatu masalah. Oleh karena itu manfaat yang didapat dengan menggunakan metode simulasi adalah sebagai *tool* bagi perancang sistem atau pembuat keputusan, dalam hal ini manajer untuk menciptakan sistem dengan kinerja tertentu baik dalam tahap perancangan sistem (untuk sistem yang masih berupa usulan) maupun tahap operasional (untuk sistem yang sudah berjalan). (Suryani 2006)

Berbagai kelebihan yang bisa diperoleh dengan memanfaatkan simulasi, yaitu sebagai berikut : (Suryani 2006)

1. Tidak semua sistem dapat direpresentasikan dalam model matematis, simulasi merupakan alternatif yang tepat.
2. Dapat bereksperimen tanpa adanya resiko pada sistem nyata. Dengan simulasi memungkinkan untuk melakukan percobaan terhadap sistem tanpa harus menanggung risiko terhadap sistem yang berjalan.
3. Simulasi dapat mengestimasi kinerja sistem pada kondisi tertentu dan memberikan alternatif desain terbaik sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.
4. Simulasi memungkinkan untuk melakukan studi jangka panjang dalam waktu relatif singkat.

5. Dapat menggunakan input data bervariasi.

Selain itu simulasi juga mengalami kekurangan diantaranya sebagai berikut (Suryani 2006) :

1. Kualitas dan analisis model tergantung pada pembuat model. Tidak *immune* terhadap GIGO (*Garbage In, Garbage Out*). Yang berarti apabila kita memasukkan data yang salah, maka kita akan mendapatkan *output* simulasi yang salah juga.
2. Hanya mengestimasi karakteristik sistem berdasarkan masukan tertentu.

2.4.4 Sistem Dinamik

Sistem Dinamik adalah suatu pendekatan dengan bantuan komputer untuk menganalisis kebijakan dan desain. Hal ini berlaku untuk masalah yang dinamis dalam bidang sosial, manajerial, ekonomi, atau ekologi yang kompleks. Karakteristik pada sistem dinamis adalah saling ketergantungan, saling interaksi, umpan balik informasi, dan kausalitas *circular*. (“Introduction to System Dynamics” 2009) .

Simulasi sistem dinamik merupakan simulasi kontinyu yang dikembangkan oleh Jay Forrester (MIT) pada tahun 1960-an, berfokus pada struktur dan perilaku sistem yang terdiri dari interaksi antar variabel dan *loop feedback*. Hubungan dan interaksi antar variabel dinyatakan dalam diagram kausal. Proses umpan balik dapat dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu : (Suryani 2006)

1. Umpan balik positif

Jenis umpan balik ini menciptakan proses pertumbuhan, dimana suatu kejadian dapat menimbulkan akibat yang akan memperbesar kejadian berikutnya secara terus menerus. Umpan balik ini dapat menyebabkan ketidakstabilan, ketidakseimbangan, serta pertumbuhan yang kontinyu. Contoh : sistem pertumbuhan penduduk.

2. Umpan balik negatif

Jenis umpan balik ini berusaha menciptakan keseimbangan dengan memberikan koreksi agar tujuan dapat dicapai. Contoh : sistem pengatur suhu ruangan.

Sebagian besar seni dalam pemodelan Sistem Dinamik adalah menemukan dan menggambarkan proses *feedback* bersama struktur *stock and flow*, *time delay*, dan kenonlinieran yang menentukan dinamiknya suatu sistem. Perilaku yang paling kompleks biasanya timbul dari interaksi(*feedback*) antara komponen dari suatu sistem, bukan dari kompleksnya komponen tersebut. Namun sistem dinamik dapat menjadi lebih kompleks dikarenakan dunia sebenarnya tidaklah sesederhana itu. Sistem Dinamik menekankan pada banyak *loop*, banyak kondisi, karakter nonlinear dari *feedback system* di kehidupan nyata. (Cakrawala and Izzuman 2006)

Menurut John D. Sterman (Sterman 2000) *Dynamics Complexity* timbul karena sistem bersifat:

1. *Dynamic*, perubahan sistem terjadi pada banyak skala waktu, dan perbedaan skala waktu ini kadang saling berinteraksi.
2. *Tightly coupled*, pelaku dalam sistem berinteraksi kuat dengan yang lainnya dan dunia sekelilingnya. Semuanya terhubung dengan yang lainnya.
3. *Governed by feedback*, karena kaitan erat diantara para pelaku, maka kegiatan di antara mereka saling *feedback*. · *Nonlinear*, suatu akibat kadang jarang sesuai dengan sebab. Nonlinieritas kadang berasal dari dasar fisik suatu sistem. Nonlinieritas juga timbul ketika berbagai faktor saling berhubungan dalam pengambilan keputusan.
4. *History-dependent*, pengambilan satu jalan sering menghalangi pengambilan yang lain dan menentukan dimana kita berakhir (ketergantungan alur).
5. *Self-organizing, dynamics* suatu sistem timbul secara spontan dari internal strukturnya. Seringkali sedikit gangguan kecil secara acak diperbesar dan dibentuk oleh struktur *feedback*, membangkitkan pola di dalam ruang dan waktu dan menciptakan ketergantungan alur.
6. *Adaptive*, adaptasi terjadi seperti orang yang belajar dari pengalaman, terutama ketika mereka belajar cara baru untuk mencapai tujuannya sewaktu mereka menghadapi rintangan.
7. *Counterintuitive*, dalam sistem yang kompleks sebab dan akibat jauh dalam ruang dan waktu ketika kita cenderung untuk mencari sebab yang mendekati

kejadian yang kita cari untuk dijelaskan. Perhatian kita tertuju pada gejala-gejala yang rumit daripada mendasari penyebabnya.

8. *Policy resistant*, kompleksitas dari suatu sistem yang kita sertakan pada kemampuan kita untuk memahaminya, hasilnya malah banyak solusi yang nampaknya jelas nyata ke permasalahan gagal atau malah menambah buruk situasi.
9. *Characterized by trade-offs*, waktu tunda pada saluran umpan balik berarti respons jangka panjang dari sistem untuk intervensi selalu berbeda dari respons jangka pendeknya.

Menurut (Sterman 2000) dalam bukunya, *Causal Loop Diagram* (CLD) adalah suatu bentuk pemetaan yang menunjukkan hubungan sebab alibat antara variabel dengan panah dari sebab ke akibat. CLD sangat baik untuk :

- a. Menangkap secara cepat sebuah hipotesis tentang penyebab dinamika.
- b. Menimbulkan dan menangkap model secara individu atau kelompok.
- c. Komunikasi umpan balik penting yang dipercaya sebagai tanggung jawab untuk sebuah masalah.

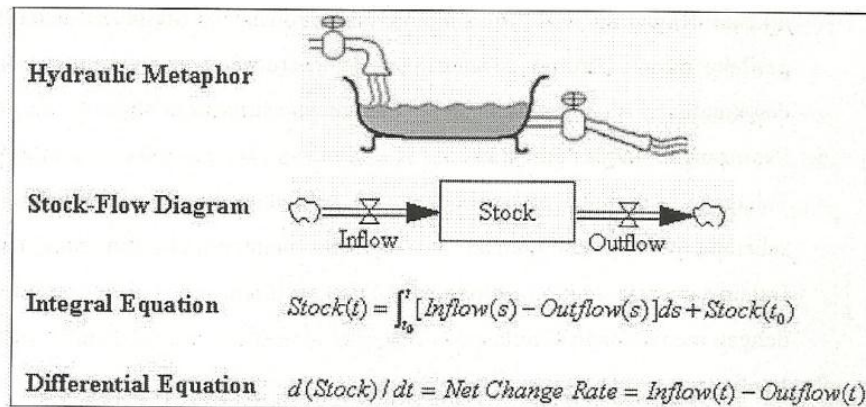
Hubungan sebab akibat dapat merupakan hubungan positif atau *Reinforcing* dengan simbol + atau R, maupun hubungan negatif atau *Balancing* dengan simbol – atau B. Simbol-simbol pada CLD dapat dilihat pada tabel 2.5.

Tabel 2.2. Simbol dalam CLD

No.	Simbol	Keterangan
1.	+ / - atau S / O	+ / S menunjukkan kesamaan arah antara sebab akibat - / O menunjukkan perbedaan arah antara sebab dan akibat
2.	B (<i>Balancing</i>) R (<i>Reinforcing</i>)	<i>Balancing</i> jika terjadi <i>feedback loop</i> negatif <i>Reinforcing</i> jika terjadi <i>feedback loop</i> positif (Untuk mengetahui B atau R adalah dengan menghitung jumlah - / O. Jika ganjil maka <i>loop</i> tersebut adalah B)

Stock Flow Diagram (SFD) sebagai konsep sentral dalam teori sistem dinamik. Menggambarkan struktur secara fisik, dimana stock merupakan akumulasi







yang dapat bertambah dan berkurang, sedangkan *flow* adalah proses yang menyebabkan *stock* bertambah atau berkurang. (Sterman 2000) menjelaskan empat representasi setara atau ekuivalen dengan struktur *stock* dan *flow* : *Hydraulic Metaphor*, *Stock-Flow Diagram*, *Integral Equation* dan *Differential Equation* (gambar 2.7). Dalam *Hydraulic Metaphor* stok diwakili melalui air di bak mandi setiap saat. Jumlah air di bak mandi meningkat (air yang mengalir melalui keran) atau menurun (air yang mengalir keluar melalui saluran pembuangan), tidak termasuk factor-faktor luar seperti penguapan. Untuk *Stock-Flow Diagram* telah memiliki makna matematika tidak ambigu sebagai *stock* terakumulasi *flow*-nya. Stock meningkatkan arus masuk melalui bahan dan penurunan arus keluar melalui materi. Untuk *Integral Equation* menggambarkan prinsip saham-aliran yang sama, sebagai Stock baru (t) didefinisikan melalui Stock awal (t_0) ditambah semua *Inflow* (t) dikurangi dengan *Outflow* (t).



Gambar 2.6. Representasi Struktur Stock and Flow (Sterman 2000)

SFD diterjemahkan lebih luas dengan menggunakan simbol-simbol komputer yang sesuai dengan *software* yang dipilih, symbol tersebut meliputi simbol yang menggambarkan *stock (level)*, *flow(rate)*, *auxiliary*, dan *constant*. Tabel 2.3 memperlihatkan simbol-simbol yang digunakan dalam SFD.

Tabel 2.3. Simbol dalam SFD

Simbol	Nama	Keterangan
	<i>Stock / State / Level</i>	Akumulasi
	<i>Rate / Flow</i>	Aliran yang terdiri dari unsur awan (asal sumber atau buangan aliran), klep/katup dan saluran aliran.
	<i>Auxilliary</i>	Simbol dari konstanta atau penghubung perhitungan dalam simulasi model.
	<i>Constant</i>	
	<i>Causal Link</i>	Representasi variabel sebagai sebab atau akibat dengan atau tanpa penundaan yang dihubungkan dengan tanda panah.
	<i>Causal Link with Delay</i>	

- Level* merupakan variabel yang menyatakan akumulasi dari sejumlah benda (*noun*) seperti orang, uang, inventori, dan lain-lain, terhadap waktu. *Level* dipengaruhi oleh variabel *rate* dan dinyatakan dengan simbol persegi panjang. Pada bagian bawah simbol variabel *level* menunjukkan nama variabel. (Tasrif 2004)
- Rate* merupakan suatu aktivitas, pergerakan (*movement*), atau aliran yang berkontribusi terhadap perubahan per satuan waktu dalam suatu variabel *level*. *Rate* merupakan satu-satunya variabel yang mempengaruhi variabel *level* (Tasrif, 2004). Simbol ini harus terhubung dengan sebuah variabel *level*.
- Auxiliary* merupakan variabel tambahan untuk menyederhanakan hubungan informasi antara *level* dan *rate*. Seperti variabel *level*, variabel *auxiliary* juga dapat digunakan untuk menyatakan sejumlah benda (*noun*).
- Konstanta merupakan *input* bagi persamaan *rate* baik secara langsung maupun melalui *auxiliary*. Konstanta menyatakan nilai parameter dari sistem nyata.

2.4.5 Hubungan Sistem, Model dan Simulasi

Sistem yang telah dipelajari dan ditelaah secara baik akan memberikan kemudahan kepada pemodel dalam membangun modelnya. Oleh karenanya perlu pemahaman yang tepat dalam memahami model dan korelasinya dengan sistem.

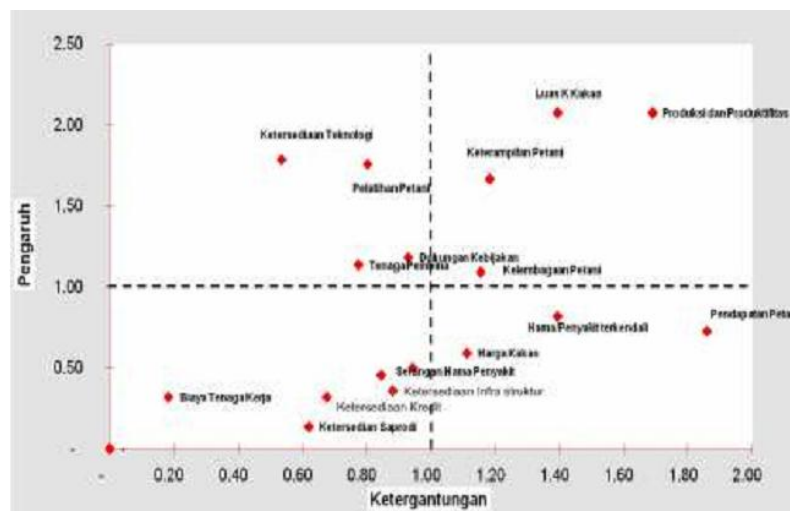
Keberhasilan simulasi ditentukan oleh bagaimana menghasilkan model yang baik. Ciri model yang baik dicirikan oleh keterwakilan dan pengetahuan analisis dalam mempelajari sistem. Sebagai contoh, jika tim pemadam kebakaran ingin mensimulasikan peristiwa kebakaran, maka diadakan suatu simulasi bagaimana mengantisipasi jika kebakaran terjadi. Dibuatlah sebuah kondisi (model) yang mewakili sistem nyatanya. Simulasi yang baik akan dihasilkan dari *building* model yang baik pula. Model yang baik akan dihasilkan melalui pengamatan sistem yang cermat dan komprehensif. (Arifin 2009)

2.4 Penelitian Terkait

Dalam penelitian ini terdapat beberapa penelitian terkait yang meneliti tentang faktor-faktor yang berpengaruh pada produktivitas perkebunan kakao dan penelitian yang berguna dalam penyusunan penelitian ini.

1. Dalam penelitian (Jauhari and Wirjodirdjo 2011), diperlukan usaha untuk meningkatkan produktivitas kakao. Dengan meningkatkan produktivitas kakao dan memperbaiki sistem kakao Nasional, maka dari segi perolehan petani akan bisa maksimal.
2. Menurut (Damanik 2010) dalam penelitian Prospek dan Strategi Pengembangan Perkebunan Kakao Berkelanjutan di Sumatera Barat, menyebutkan ada delapan faktor strategis yang mempengaruhi pengembangan perkebunan kakao berkelanjutan yaitu : ketersediaan teknologi, tenaga Pembina, pelatihan petani, dukungan kebijakan, luas kebun kakao petani, ketrampilan petani, kelembagaan petani, produksi dan produktivitas (Gambar 2.7). Empat faktor strategis yaitu ketersediaan teknologi, tenaga pembina, pelatihan petani dan dukungan kebijakan dikategorikan sebagai faktor penentu (input) dalam sistem agribisnis

kakao karena faktor-faktor tersebut mempunyai pengaruh yang kuat terhadap faktor lainnya, tetapi ketergantungannya kepada faktor lain relatif lemah. Faktor-faktor luas kebun kakao petani, ketrampilan petani, kelembagaan petani dan produksi serta produktivitas merupakan faktor penghubung dalam sistem agribisnis kakao karena mempunyai pengaruh yang kuat kepada faktor lainnya dan juga mempunyai ketergantungan yang kuat terhadap faktor lainnya. (Damanik 2010).



Gambar 2.7. Hasil Analisis Keterkaitan Antar Faktor-faktor yang Mempengaruhi Agribisnis Kakao di Sumatera Barat (sumber: (Damanik 2010))

3. Pada penelitian sebelumnya, terkait dengan sistem dinamik. Dengan memanfaatkan sistem dinamik untuk Memproyeksikan Kebutuhan Pupuk Sektor Pertanian (Irawan, Setyorini, and Rochyati 2012), dapat disimpulkan bahwa kebutuhan pupuk Sektor Pertanian di masa depan akan meningkat sejalan dengan upaya peningkatan produksi hasil-hasil pertanian untuk memenuhi kebutuhan konsumsi dalam negeri atau swasembada pangan. Kebutuhan unsur hara di masa depan akan dipenuhi dengan pupuk tunggal maka pada tahun 2015 Sektor Pertanian akan memerlukan pupuk urea 6,7 juta ton, SP36 3,3 juta ton, dan KCl 4,5 juta ton. Kemudian pada tahun 2020 akan dibutuhkan pupuk urea 7,5 juta ton, SP36 3,8 juta ton, dan KCl 4,7 juta ton.
4. Implementasi Sistem Dinamik yang lain, yaitu untuk Meningkatkan Stabilitas Harga Dan Persediaan Gula (Brastama Putra 2013). Pada penelitian ini, dapat

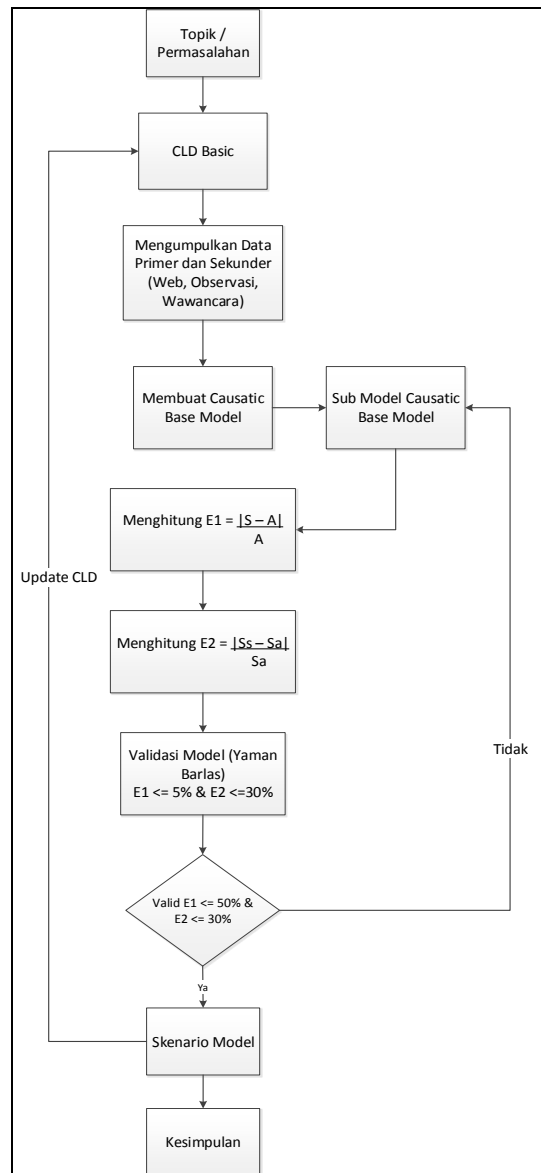
diketahui bahwa dengan penggabungan skenario intensifikasi dan ekstensifikasi lahan mampu meningkatkan produksi, produktivitas, penghasilan petani dan juga mampu menurunkan kebutuhan import gula. Dengan perbaikan pada sektor pembibitan, pemupukan dan pengairan maka produktivitas lahan per Ha adalah bisa mencapai 9.7 Ton/Ha, pada akhir periode simulasi pada tahun 2025. Luas lahan semakin besar dan produktivitas lahan semakin tinggi maka hasil produksi pun akan semakin meningkat.

5. Pemanfaatan Sistem Dinamik khususnya yang terkait dengan kakao, yakni untuk memodelkan dan menganalisis pasar kakao Malaysia dengan menggabungkan antara Sistem Dinamik dan metode Ekonometrika dengan variabel utama seperti produksi, permintaan domestik, harga domestik, dan permintaan ekspor. Penelitian ini mensimulasikan dampak perubahan perkembangan tarif pada perkebunan rakyat. Hasil simulasi menunjukkan bahwa adanya perubahan tarif akan mempengaruhi variabel produksi, saham, harga domestik, dan konsumsi domestik (Applanaidu et al. 2009).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan tahapan-tahapan yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan pada penelitian ini. Pada Gambar 3.1 menjelaskan tentang metodologi pemecahan masalah pada penelitian ini.



Gambar 3.1. Penyusunan Pendekatan Simulasi Sistem Dinamik

Penjelasan tahapan metodologi mengenai latar belakang, perumusan masalah dan tujuan penelitian telah dijelaskan sebelumnya pada Bab I dan penjelasan tahapan metodologi mengenai kajian pustaka, pengumpulan data, pemodelan sistem, pengolahan data, validasi, pemodelan sistem dengan skenario, analisis dan pembahasan hasil simulasi serta kesimpulan dan saran akan dijelaskan pada sub bab berikut ini.

3.1 Kajian Pustaka

Pada tahap kajian pustaka dilakukan pengkajian terhadap literatur-literatur yang terkait, terdapat pada buku teks, artikel pada jurnal yang relevan atau penelitian terdahulu yang membahas mengenai teori dari pendekatan yang digunakan dalam penelitian serta kondisi kakao nasional, yaitu mengenai lahan perkebunan kakao Indonesia dan variabel-variabel yang berhubungan dengan produktivitas kakao sehingga dapat meningkatkan produktivitas lahan kakao, sehingga dapat memenuhi kebutuhan kakao dalam negeri.

3.2 Pengumpulan Data

Pada tahap ini, pengumpulan data dilakukan melalui penggalian informasi dari berbagai sumber yang berkaitan, seperti artikel, situs bank data, dan penelitian sebelumnya. Data yang diperoleh, nantinya digunakan dalam penelitian didapatkan dengan beberapa cara, diantaranya pengamatan langsung, survey, wawancara atau pendapat langsung dari pakar yang kompeten dalam perkebunan kakao. Data-data yang terkait tentang hasil produksi kakao dan data-data tentang perkebunan kakao didapatkan dari situs-situs Badan Pusat Statistik (BPS), ICCO (International Cocoa Organization), Askindo (Asosiasi Kakao Indonesia), Ditjenbun Kementrian Pertanian dan Perkebunan serta situs media massa untuk mendapatkan perkembangan keadaan kakao nasional saat ini.

Data literatur digunakan sebagai variabel-variabel yang signifikan maupun variabel pembantu yang saling berpengaruh untuk pemodelan sistem yang akan disimulasikan.

3.3 Pemodelan Sistem

Langkah-langkah dalam pemodelan sistem menurut (Stermann 2000) yaitu (1) Mengartikulasikan Masalah (*problem articulation*); (2) Merumuskan hipotesis dinamis (*formulation of dynamics hypothesis*); (3) Merumuskan model simulasi (*formulation of a simulation model*) ; (4) Menguji (*testing*) dan (5) Merancang dan mengevaluasi kebijakan (*policy design and evaluation*).

Langkah awal pada pemodelan sistem adalah pembuatan model konseptual dengan digambarkan melalui causal loop diagram atau diagram kausal. Diagram kausal ini digunakan untuk memvisualisasikan sistem secara umum yang nantinya akan disimulasikan dengan metode sistem dinamik melalui komponen-komponen yang terlihat. Komponen-komponen inilah yang nanti akan menjadi variabel, parameter, dan konstanta yang saling tergantung dan mempengaruhi perilaku sistem.

Pembuatan diagram kausal didasarkan pada hasil dari tahapan sebelumnya yaitu tahapan pengumpulan data dan kajian pustaka. Diagram kausal yang akan dibuat menggambarkan sistem produksi pada perkebunan kakao.

Dalam diagram kausal terdapat beberapa variabel yang mempengaruhi produktivitas kakao yaitu faktor alam, seperti Curah Hujan, Temperatur, Sinar Matahari, Kelembaban, Kecepatan Angin (Dinas Perkebunan Jatim 2013). Berdasarkan (Wiredu et al. 2011) variabel Hama serta Bibit juga mempengaruhi produktivitas kakao, dengan menggunakan bibit unggul *hybrid*, bisa meningkatkan daya tahan pohon kakao terhadap serangan hama dan penyakit, dengan begitu produktivitas dapat meningkat, sedangkan hama dapat mengurangi produktivitas.

Lahan sangat berpengaruh besar terhadap produktivitas kakao. Variabel yang mempengaruhi lahan yaitu Kesuburan Tanah. Pada (Effendy et al. 2013) disebutkan bahwa Pola Tanam dapat mempengaruhi produktivitas lahan kakao. Sambung samping adalah teknik perbanyakan vegetatif di mana tanaman baru yang tumbuh menjadi sama dengan tanaman asli. Tunas tangkai diambil dari pohon yang paling baik pertumbuhannya dan dari klon yang dipilih, memberikan hasil banyak, tahan terhadap hama dan penyakit tertentu, serta cocok dengan kondisi lingkungan setempat. Pola Tanam ini meliputi variabel Pemangkasan, Peremajaan, Teknik Sambung, Pemupukan, dan Penanaman Pohon Penaung. Teknologi dalam mengelola

3.4 Pengolahan Data

Pada tahap ini, model konseptual yang dilakukan sebelumnya dengan diagram kausal, akan diterjemahkan menjadi model sistem dinamik yang digambarkan melalui diagram stock dan flow yang terbentuk melalui empat komponen, yaitu sistem, umpan balik, level dan rate. Kemudian menentukan persamaan dari tiap-tiap variabel sebagai formulasi pada model dilakukan dengan cara memahami dan menguji konsistensi model apakah sudah sesuai dengan tujuan dan batasan sistem yang dibuat. Setelah model dibuat selanjutnya dilakukan tahap verifikasi. Pada tahap verifikasi dilakukan pengecekan terhadap model yang telah dibuat, apakah model sudah sesuai dengan yang diinginkan, dan persamaan maupun satuan sudah konsisten. Selanjutnya model sistem awal disimulasikan dengan menggunakan aplikasi Vensim PLE versi 5.2 a.

3.5 Validasi

Hasil dari simulasi akan divalidasi untuk memastikan bahwa model yang dibuat benar-benar dapat menggambarkan kondisi sistem nyata. Proses verifikasi dilakukan dengan cara pengecekan pada model dan unit dengan menggunakan fasilitas yang terdapat pada Vensim. Validasi sistem dilakukan dengan dua cara pengujian yaitu validasi model dengan statistik uji perbandingan rata-rata (*mean comparison*) atau validasi model dengan uji perbandingan variasi amplitudo atau % *error variance* (Barlas, 1989).

- a. Uji Perbandingan Rata-rata (*Mean Comparison*)

$$E1 = \left| \frac{\bar{S} - \bar{A}}{\bar{A}} \right| \quad (2)$$

Dimana :

\bar{S} = Nilai rata – rata hasil simulasi

\bar{A} = Nilai rata – rata data

Dimana model dianggap valid apabila $E1 \leq 5 \%$

- b. Uji Perbandingan Variasi Amplitudo (% *Error Variance*)

$$E2 = \left| \frac{S_s - S_a}{S_a} \right| \quad (3)$$

Dimana :

S_s = Standar Deviasi Mode

S_a = Standar Deviasi Mode

Dimana model dianggap valid apabila $E2 \leq 30 \%$

3.6 Perlakuan Model dengan Skenario

Pada tahap ini, model yang telah dibuat diberi beberapa perlakuan model dengan membuat skenario untuk meningkatkan produktivitas kakao. Pada tahap ini akan dilakukan simulasi untuk mengetahui perilaku yang akan dihasilkan, simulasi ini dilakukan dengan membandingkan beberapa kebijakan yang ingin diambil dan memastikan kebijakan mana yang memiliki skenario terbaik.

Dua alternatif skenario yang bisa digunakan dalam sistem dinamik, yaitu (Barlas 1989) :

1. Skenario Parameter

Skenario ini dilakukan dengan cara melakukan perubahan pada nilai parameter dari model yang sudah dibuat untuk mendapatkan hasil yang paling optimal atau sesuai dengan kebutuhan.

2. Skenario Struktur

Skenario ini dilakukan dengan cara melakukan perubahan sehingga di dapat struktur model yang baru dengan tujuan untuk mendapatkan peningkatan kinerja sistem dibandingkan sistem yang lama.

3.7 Analisis dan Pembahasan Hasil Simulasi

Data hasil simulasi skenario kemudian akan dianalisis untuk ditentukan faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan pada hasil yang diinginkan, pada tahapan ini dapat diputuskan kebijakan yang terbaik terhadap produksi perkebunan kakao dalam meningkatkan produktivitas untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri.

3.8 Kesimpulan dan Saran

Dari analisis dan pembahasan yang telah dilakukan akan disimpulkan hasil yang diperoleh dan kemudian diberikan saran-saran yang berkaitan dengan penelitian lanjutan.

BAB IV

PENGEMBANGAN MODEL

Dalam bab Pengembangan Model, akan dijelaskan mengenai studi produktivitas kakao sebagai tujuan penelitian, studi kasus yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data nasional meliputi data produksi kakao Indonesia, data luas lahan. Untuk pengumpulan data sebagai input dalam pengembangan model dasar dari sistem diambil berdasarkan penggunaan bibit, luas lahan dan jumlah produksi kakao dengan menentukan variabel-variabel yang signifikan serta yang saling mempengaruhi satu sama lain membentuk sistem tersebut.

Cakupan pada penelitian ini, adalah kondisi umum lahan perkebunan kakao di Indonesia yang berdasarkan status pengusahaannya dibagi menjadi tiga yaitu Perkebunan Rakyat (PR) yang dikelola oleh petani rakyat, Perkebunan Besar Negara (PBN) dikelola oleh pemerintah, dan Perkebunan Besar Swasta (PBS) yang pengelolaannya dilakukan oleh pihak asing/swasta. Pada tahun 2013, Rakyat memiliki luas lahan terbesar dengan prosentase yaitu 95.4% (1.660.767 Ha) dari total area perkebunan kakao Nasional, kemudian 2.2% (37450 Ha) dikelola dan dimiliki oleh Negara serta pihak Swasta sebesar 2.4%. Lokasi penyebaran perkebunan kakao berada di seluruh provinsi di Indonesia, kecuali DKI Jakarta (Ditjenbun, 2014).

Karakteristik lahan kakao pada PR, PBN dan PBS berbeda. Kondisi dan karakteristik pada PBN dan PBS, terutama PBN relatif lebih stabil dan baik, hal ini karena didukung oleh lembaga-lembaga penelitian perkebunan (Puslit Kopi dan Kakao Ind, 2010). Tabel 4.1 merupakan tabel karakteristik lahan PR, PBN dan PBS, karakteristik masing-masing lahan berdasarkan status pengusahaannya didapatkan dari berbagai sumber referensi diantaranya yaitu T Wahyudi and Panggabean, 2008 dan Puslit Kopi dan Kakao Ind, 2010.

Tabel 4.1. Karakteristik Lahan PR, PBN dan PBS

No	Perkebunan Rakyat	Perkebunan Besar Negara (PBN)	Perkebunan Besar Swasta (PBS)
1.	Penggunaan Bibit: Sebagian besar petani	Penggunaan Bibit: Sudah menggunakan	Penggunaan Bibit: Menggunakan bibit

Tabel 4.1 Karakteristik Lahan PR, PBN, PBS (lanjutan)

No.	Perkebunan Rakyat	Perkebunan Besar Negara (PBN)	Perkebunan Besar Swasta (PBS)
	kakao rakyat masih menggunakan bibit asalan.	bibit unggul.	unggul
2.	Pemberian pupuk: Belum sesuai dosis takaran yang tepat.	Pemberian pupuk: Belum sesuai dosis takaran yang tepat. Masih lebih baik daripada PR	Pemberian pupuk: Belum sesuai dosis takaran yang tepat. Masih lebih baik daripada PR
3.	Usia tanaman kakao: Terdapat tanaman kakao yang sudah lebih dari 25 tahun	Usia tanaman kakao: Usia produktif tanaman kakao.	Usia tanaman kakao: Terdapat tanaman kakao yang sudah lebih dari 25 tahun
4.	Frekuensi pemangkasan: Sebagian besar petani rakyat tidak melakukan frekuensi pemangkasan yang disarankan.	Frekuensi pemangkasan: Sebagian besar petani rakyat tidak melakukan frekuensi pemangkasan yang disarankan. Masih lebih baik daripada PR	Frekuensi pemangkasan: Sebagian besar petani rakyat tidak melakukan frekuensi pemangkasan yang disarankan. Masih lebih baik daripada PR

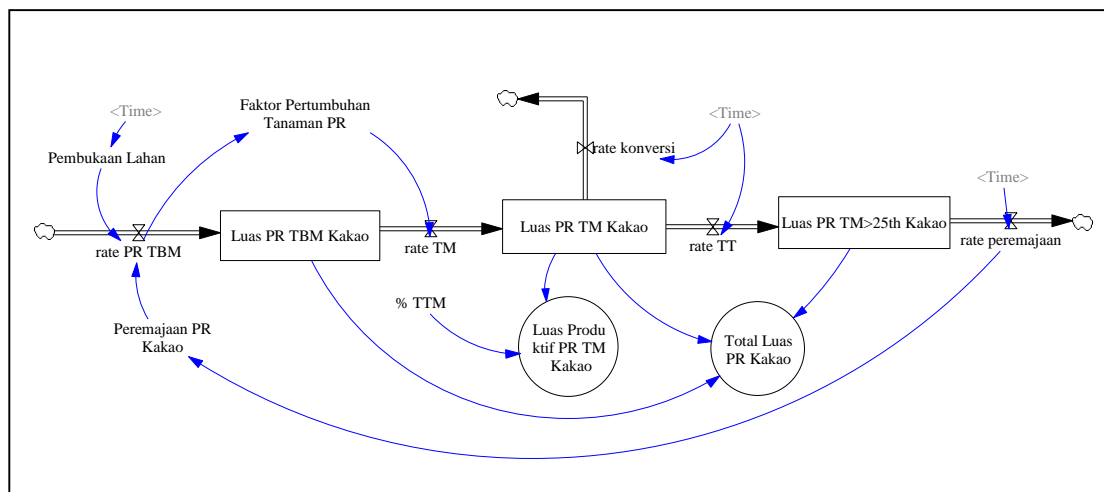
Pengembangan model yang dibangun pada penelitian ini, berlaku pada PR, PBN dan PBS, yang berbeda hanya parameternya dari variabel yang mempengaruhi produktivitas pada masing-masing status pengusahaan lahan kakao berdasarkan pada tabel 4.1.

4.1 Submodel Luas Lahan Perkebunan Kakao

Dari luas areal kakao dibagi menjadi 878.253 Ha Tanaman Menghasilkan (TM), TM adalah tanaman yang sedang menghasilkan dan atau sudah pernah menghasilkan walaupun saat ini sedang tidak menghasilkan, Tanaman Belum Menghasilkan (TBM) sebesar 446.265 Ha, TBM adalah tanaman yang belum memberikan hasil, karena masih muda, belum pernah berbunga atau belum cukup

umur untuk berproduksi. Dan sebesar 416.095 Ha tergolong kedalam Tanaman Tidak Menghasilkan/Tua Rusak (TTM), TTM adalah tanaman yang sudah tua, rusak dan tidak memberikan hasil yang memadai lagi, walaupun ada hasilnya tetapi secara ekonomi sudah tidak produktif lagi.

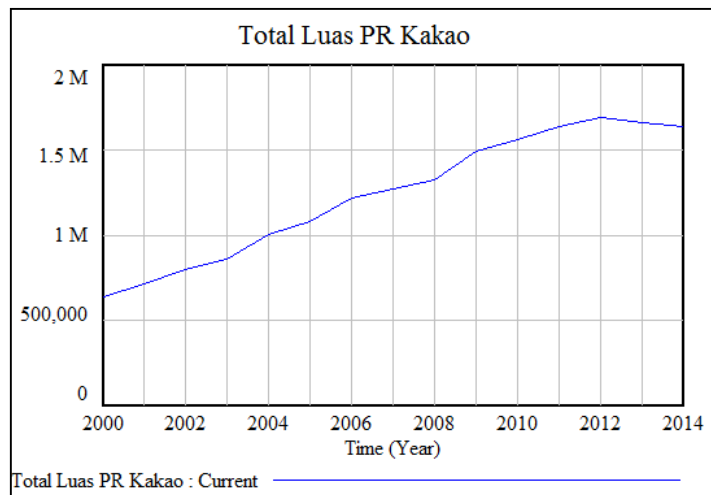
Tanaman kakao merupakan tanaman tahunan yang berbunga dan berbuah pada umur 2,5 – 3 tahun setelah tanam. Produksi buah kakao di tahun pertama cenderung sedikit dan akan terus meningkat seiring pertambahan umur. Produksi optimal dicapai pada umur 7-11 tahun, dan tanaman kakao ini dapat tetap berproduksi sampai 25 tahun ke depan. Setelah itu, produksi akan terus menurun 50% dari potensi produksinya hingga tanaman tua dan mati (Tjahjana dan Sobari, 2014).



Gambar 4.1. Model Luas Lahan Perkebunan Rakyat

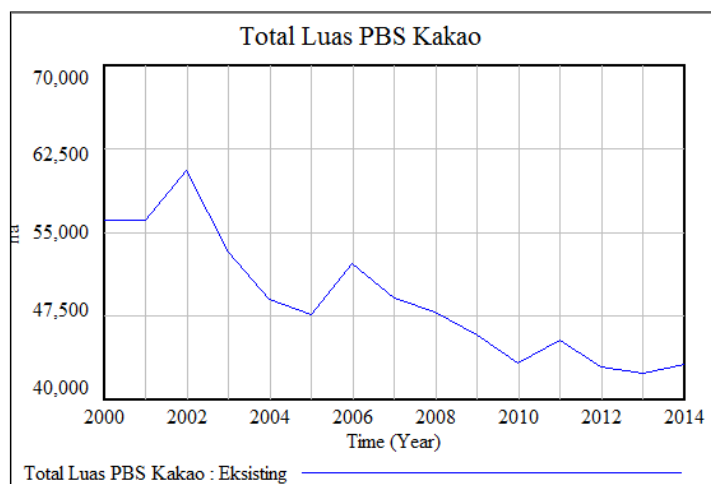
Gambar 4.1 merupakan model Luas Lahan dari Perkebunan Rakyat. Keseluruhan Total Luas Lahan Perkebunan Rakyat (PR) merupakan penjumlahan dari luas perkebunan TBM, Perkebunan TM dan jumlah lahan dengan tanaman kakao yang umurnya lebih dari 25 tahun atau tergolong TTM.

Model Luas Lahan pada PR ini juga berlaku pada model Luas Lahan PBN dan PBS, hanya saja yang membedakan yaitu pada PBN tidak terdapat tanaman kakao dengan usia tanaman yang lebih dari 25 tahun, sedangkan pada PBS masih terdapat tanaman kakao yang berusia diatas 25 tahun.



Gambar 4.2. Grafik Total Luas Lahan Perkebunan Rakyat

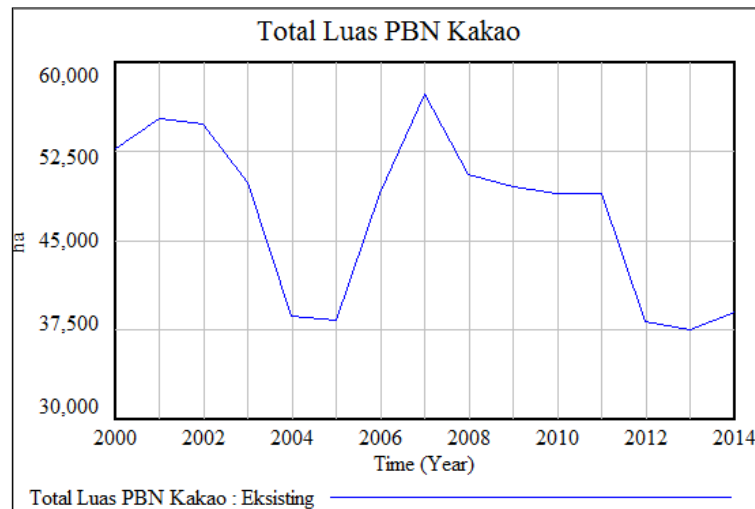
Gambar 4.2 merupakan grafik total luas lahan dari Perkebunan Rakyat. Dari grafik tersebut dapat diketahui bahwa luas lahan kakao PR dari tahun 2000 – 2012 terus mengalami peningkatan. Kemudian pada tahun 2012, luas lahan kakao PR menurun. Sedangkan luas lahan kakao dari Perkebunan Swasta, terus mengalami penurunan (Gambar 4.3).



Gambar 4.3. Grafik Total Luas Lahan Perkebunan Swasta

Pada luas lahan dari Perkebunan Besar milik Negara, pada tahun 2000 luas lahan PBN mengalami penurunan atau berkurang secara drastis yaitu dari 52690 Ha menjadi 38668 Ha pada 2004. Kemudian selama tiga tahun berturut-

turut setelah itu mengalami peningkatan, dari tahun 2005 seluas 38295 Ha menjadi 57343 Ha pada tahun 2007 (Gambar 4.4).



Gambar 4.4. Grafik Total Luas Lahan Perkebunan Besar Negara

4.2 Submodel Pemupukan

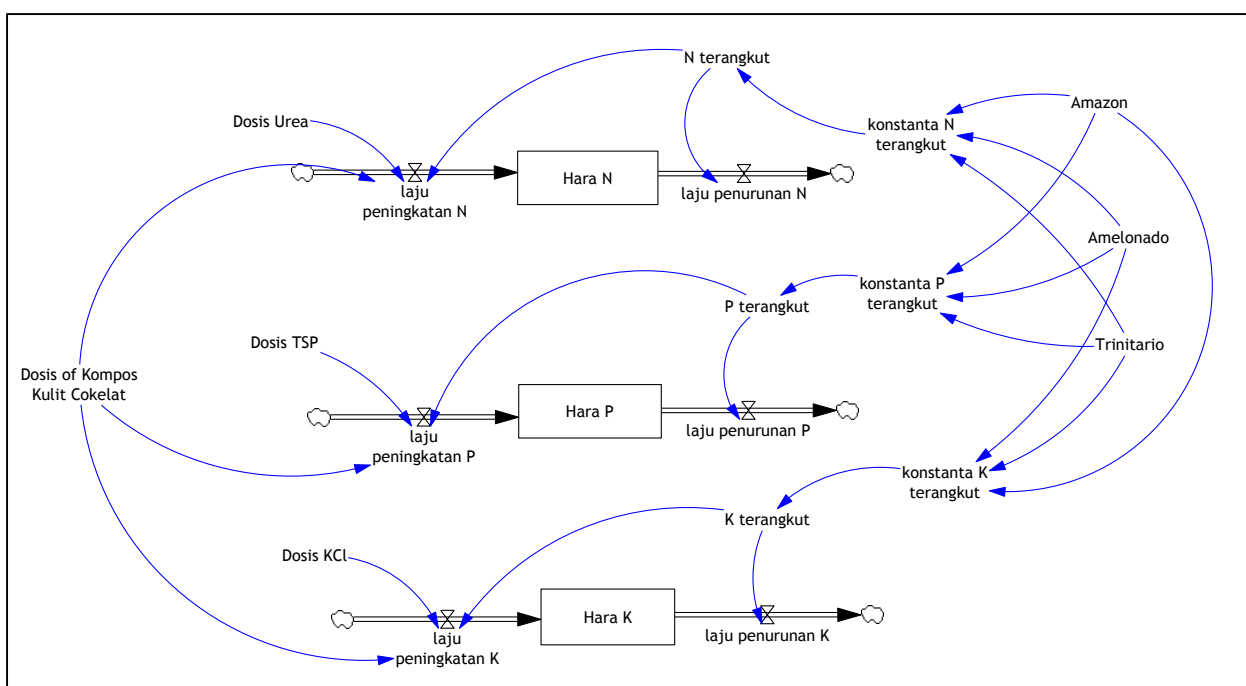
Pemakaian pupuk perlu dipertimbangkan dan disesuaikan dengan kondisi. Pupuk urea memungkinkan perkembangan akar dan ketahanan, serta memacu pertumbuhan vegetatif baru dan produksi bunga. Sedangkan pupuk kimia dan pupuk kandang menyediakan unsur hara ekstra untuk membentuk ketahanan dan memperbaiki kesehatan tanaman, sehingga mampu meningkatkan produksi. Pemakaian pupuk kimia sebaiknya pada akhir periode panen untuk memacu pembungaan. Saat ini pupuk kimia yang sering digunakan adalah urea dan NPK (nitrogen, fosfor, kalium). NPK membantu tanaman dewasa untuk memasok nutrisi pada buah muda dan menunjang perkembangan buah sampai masak. Disamping pupuk kimia, bisa digunakan pupuk kandang yang dikomposkan selama 3 bulan agar bisa memperbaiki tanah dan bermanfaat dalam produksi kakao (Agus & Rujiter, 2004).

Gambar 4.5 merupakan submodel Pemupukan pada Perkebunan Rakyat. Setiap jenis tanaman mengandung unsur hara yang berbeda. Peningkatan kebutuhan pupuk bukan hanya pada jenis unsur haranya, tetapi juga terjadi

peningkatan dalam jumlah (dosis) yang harus diberikan untuk mempertahankan produktivitasnya. Pemupukan sebaiknya dilakukan berdasarkan asas keseimbangan. Pemberian pupuk yang mengandung unsur tertentu secara berlebihan akan mengganggu penyerapan unsur hara lainnya. Hasil maksimal dari suatu upaya pemupukan akan diperoleh jika dilakukan dengan tepat meliputi dosis, jenis pupuk, waktu, dan cara pemberian (Puslit Kopi dan Kakao Ind, 2010).

Jenis kakao		N	P	K	Ca	Mg
Amazon	B :	22,8	4,0	8,4	*	*
	K :	17,0	2,3	77,2	*	*
Amelonado	T :	39,8	6,3	85,6	*	*
	B :	22,9	3,9	8,5	*	*
	K :	15,4	1,8	68,4	*	*
Trinitario	T :	38,3	5,7	76,9	*	*
	B :	19,2	4,4	10,6	0,9	3,2
	K :	15,0	1,9	62,0	7,3	3,6
	T :	34,2	6,3	72,6	8,2	6,8

Gambar 4.5. Jumlah Unsur Hara yang terangkut oleh biji Kakao



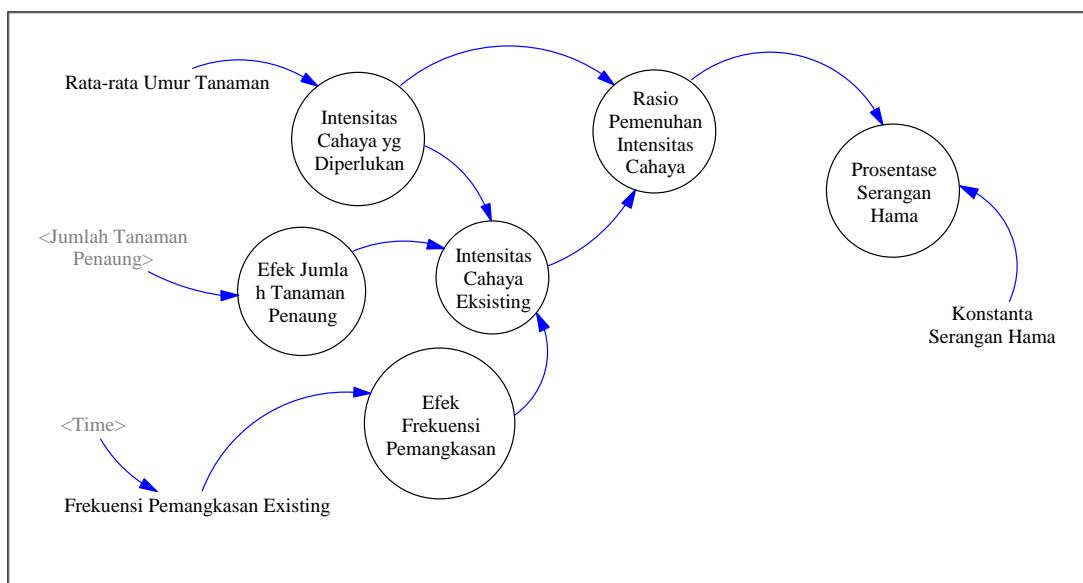
Gambar 4.6. Submodel Pemupukan Lahan PR

Agar produktivitas dapat dipertahankan, semua unsur hara yang diangkut hasil panen dari tanah harus diganti dengan pengembalian unsur hara dalam bentuk pupuk.

4.3 Submodel Pemangkasan dan Hama

Pemangkasan bagi tanaman kakao merupakan usaha untuk meningkatkan produksi dan mempertahankan umur ekonomis tanaman. Pemangkasan tanaman kakao juga merupakan kegiatan pemotongan/pembuangan bagian tanaman yang berupa ranting, dan daun yang tidak diinginkan/diperlukan bagi pertumbuhan tanaman kakao dan terbentuknya buah (Tjahjana dan Sobari, 2014).

Ketahanan kakao sangat ditentukan oleh pemangkasan, kalau tidak dilakukan dengan baik maka akan mengurangi hasil kakao selama beberapa bulan bahkan beberapa tahun dan meningkatkan serangan penyakit serta pertumbuhan gulma. Pemangkasan akan menghasilkan pohon dengan tajuk terbuka hingga memungkinkan matahari masuk. (Wahyudi dan Panggabean, 2008)



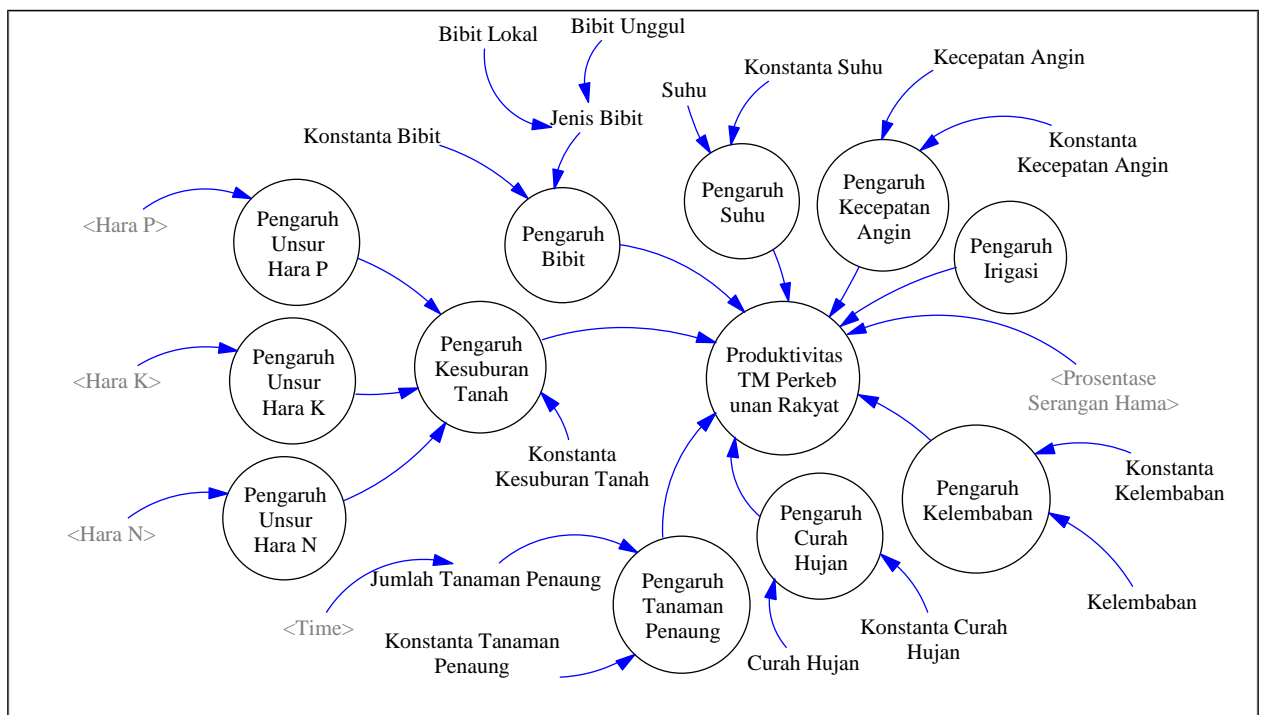
Gambar 4.7. Submodel Pemangkasan Lahan PR

Gambar 4.7 merupakan Submodel Pemangkasan Lahan PR, variabel Rasio Pemenuhan Intensitas Cahaya merupakan pembagian antara Intensitas Cahaya Eksisting dengan Intensitas Cahaya yang Diperlukan. Intensitas Cahaya

yang diperlukan berdasarkan dari umur tanaman kakao tersebut, untuk mendapatkan produksi yang optimal, memerlukan intensitas cahaya sekitar 50-70% (Puslit Kopi dan Kakao Ind, 2010).

Frekuensi pemangkasan saat ini pada lahan Kakao PR, berdasarkan studi yang dilakukan oleh Mubarak, 2014, frekuensi pemangkasan yang dilakukan oleh petani kakao masih belum sesuai dan masih rendah, yaitu prosentase sebesar 26,67% petani yang melakukan pemangkasan secara rutin. Begitu pula pada Perkebunan Besar Swasta dan Negara, pemangkasan masih tergolong sangat rendah.

4.4 Submodel Produktivitas Kakao



Gambar 4.8. Submodel Produktivitas Kakao PR

Gambar 4.8 merupakan submodel produktivitas kakao. Tingkat produktivitas lahan dipengaruhi oleh berbagai macam faktor, baik internal maupun eksternal. Faktor internal yang berpengaruh terhadap peningkatan produktivitas antara lain ketersediaan irigasi, penanaman tanaman penaung,

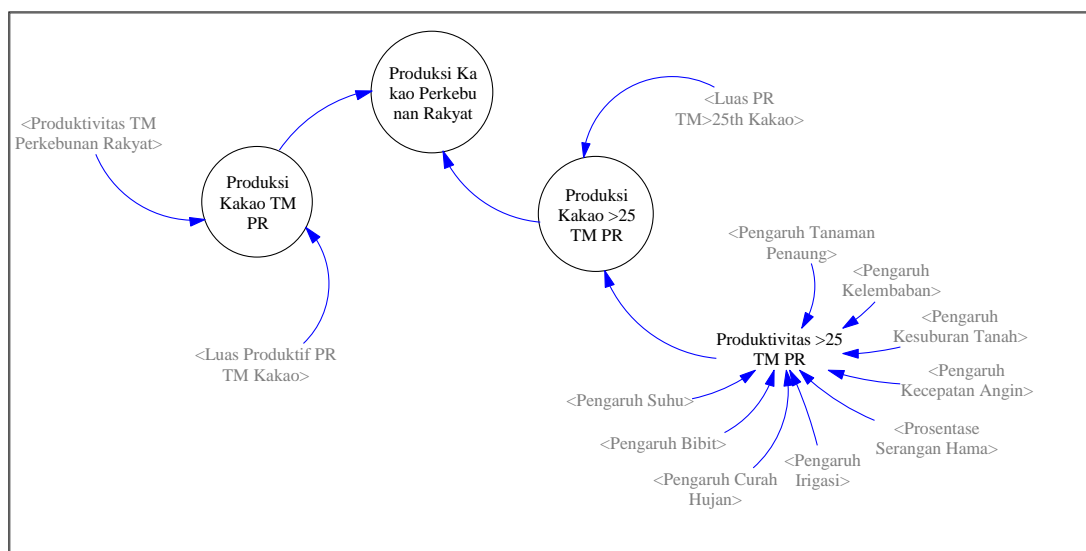
pemberian pupuk sesuai dosis dan penggunaan bibit unggul. Faktor yang dapat mengurangi produktivitas lahan adalah serangan hama dan penyakit. Faktor eksternal yang berpengaruh pada produktivitas adalah pengaruh suhu, kecepatan angin, kelembaban dan curah hujan sepanjang tahun.

Submodel pada gambar 4.8 berlaku juga untuk submodel produktivitas PBN dan PBS. Namun, yang membedakan dari masing-masing perkebunan tersebut adalah parameter dari faktor internal maupun eksternal. Pada PBN dan PBS telah menggunakan bibit unggul, sedangkan pada PR, sebagian besar petani kakao rakyat masih menggunakan bibit asalan.

4.5 Submodel Produksi

Gambar 4.9 merupakan model produksi kakao pada Perkebunan Rakyat. Hasil produksi kakao merupakan penjumlahan dari produksi kakao yang berstatus Tanaman Menghasilkan yaitu kakao dengan usia tanaman produktif ditambah dengan jumlah produksi kakao dengan usia tanaman yang lebih dari 25 tahun yang tergolong tanaman tidak menghasilkan.

Model produksi pada gambar 4.9 berlaku pula untuk PBN dan PBS. Hanya yang membedakan dari masing-masing status perusahaan tersebut adalah parameter yang terdapat pada *base model* PBN dan PBS. Pada PBN, usia tanaman kakao tidak terdapat usia tanaman kakao di atas 25 tahun.



Gambar 4.9. Model Produksi PR

4.6 Validasi

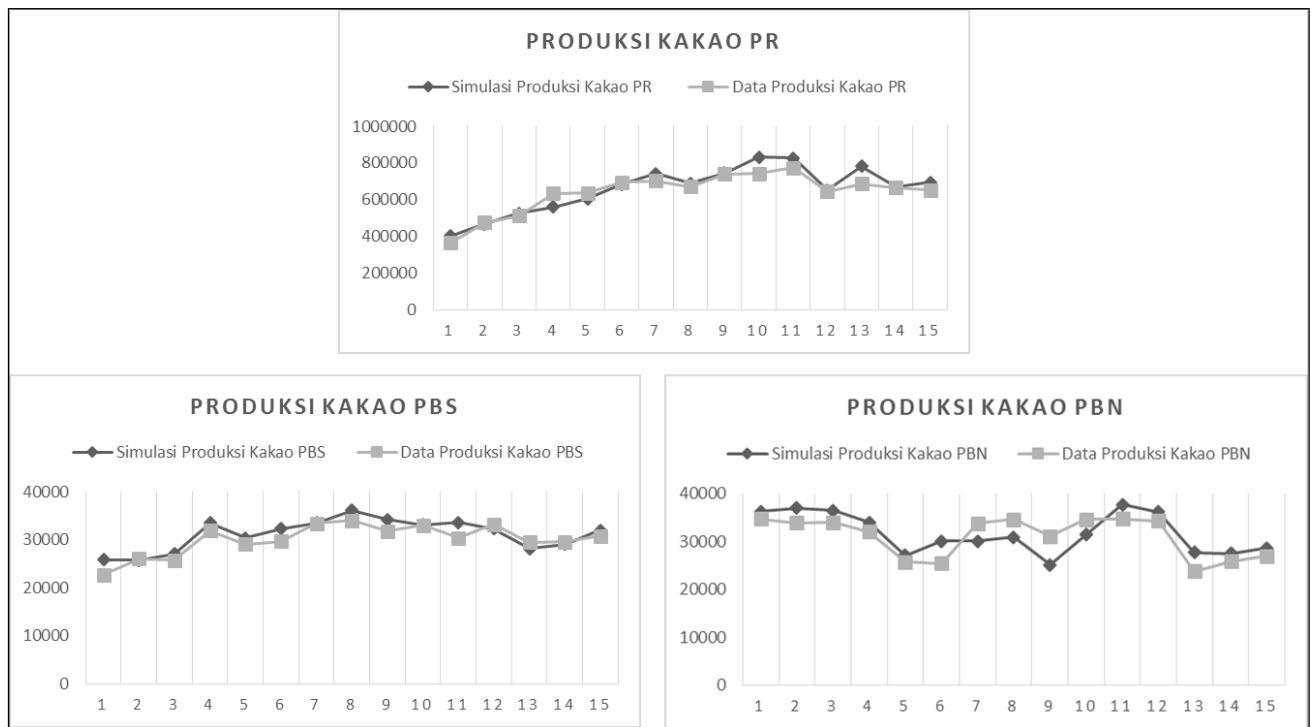
Hasil dari simulasi akan divalidasi untuk memastikan bahwa model yang dibuat benar-benar dapat menggambarkan kondisi sistem nyata. Validasi sistem dilakukan dengan dua cara pengujian yaitu validasi model dengan statistik uji perbandingan rata-rata atau *mean comparison* dan validasi model dengan uji perbandingan variasi amplitudo atau *% error variance*, validasi data yang digunakan menggunakan validasi model Yaman Barlas (1989). Variabel yang divalidasi yaitu Luas Lahan Perkebunan Kakao dan Produksi Kakao. Tabel 4.1 dan tabel 4.2 merupakan hasil uji perbandingan rata-rata dan standar deviasi hasil simulasi dan data asli.

Tabel 4.2. Uji Perbandingan Rata-rata Simulasi dan Data

Variabel	Rata-rata Simulasi	Rata-rata Data	E1 ≤ 5%
Perkebunan Rakyat			
Luas Lahan	1240251.0667	1239599.6667	0,0525%
Produksi	658474.7938	639683.7333	2,94%
Perkebunan Besar Negara			
Luas Lahan	47236.87	47237.67	0,00169%
Produksi	31775.9487	31077.93333	2,25%
Perkebunan Besar Swasta			
Luas Lahan	48978.87	47237.67	3,69%
Produksi	31104.82	30029.87	5,58%

Tabel 4.3. Uji Perbandingan Standar Deviasi Simulasi dan Data

Variabel	St. Deviasi Simulasi	St. Dev Data	E2 ≤ 30%
Perkebunan Rakyat			
Luas Lahan	371769.5011	371456.8581	0,0842%
Produksi	126584.6414	109704.3678	15,39%
Perkebunan Besar Negara			
Luas Lahan	6992.518	6991.741	0,011%
Produksi	4184.38	4170.275	0,34%
Perkebunan Besar Swasta			
Luas Lahan	5592.293	6991.741	20,02%
Produksi	3226.801	3195	1,00%

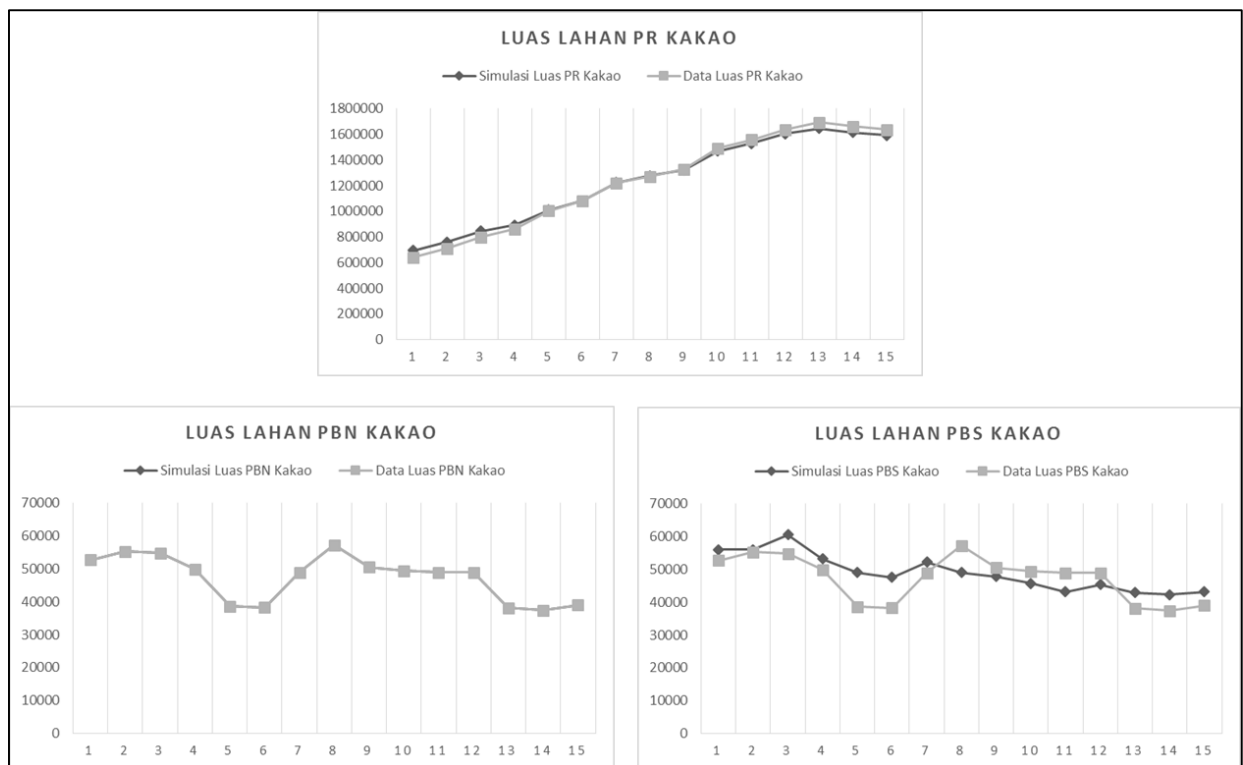


Gambar 4.10. Grafik Perbandingan antara Data dan Model Simulasi Produksi Kakao

Dengan menggunakan model validasi dari Yaman Barlas maka ditentukan E1 dan E2, dimana E1 ini adalah *absolute* nilai rata-rata dari data riil dikurangi dengan nilai rata-rata data model simulasi dibagi dengan nilai rata-rata data riil, dan nilai E1 tidak boleh lebih dari sama dengan 5%.

Sedangkan untuk E2 adalah nilai standart deviasi model dikurangi dengan nilai standart deviasi data riil dibagi dengan nilai standart deviasi data riil dan nilai E2 tidak boleh lebih dari sama dengan 30%.

Sehingga karena $E1 \leq 5\%$ dan $E2 \leq 30\%$ maka bisa dinyatakan bahwa model valid atau menggambarkan kondisi sistem nyata. Selanjutnya adalah membuat grafik perbandingan data dengan hasil simulasi. Gambar 4.10 dan gambar 4.11 merupakan grafik perbandingan antara data riil dengan data simulasi untuk variabel yang divalidasi yaitu Luas Lahan dan Produksi Kakao.



Gambar 4.11. Grafik Perbandingan antara Data dan Model Simulasi Produksi Kakao

4.7 Perlakuan Model Dengan Skenario

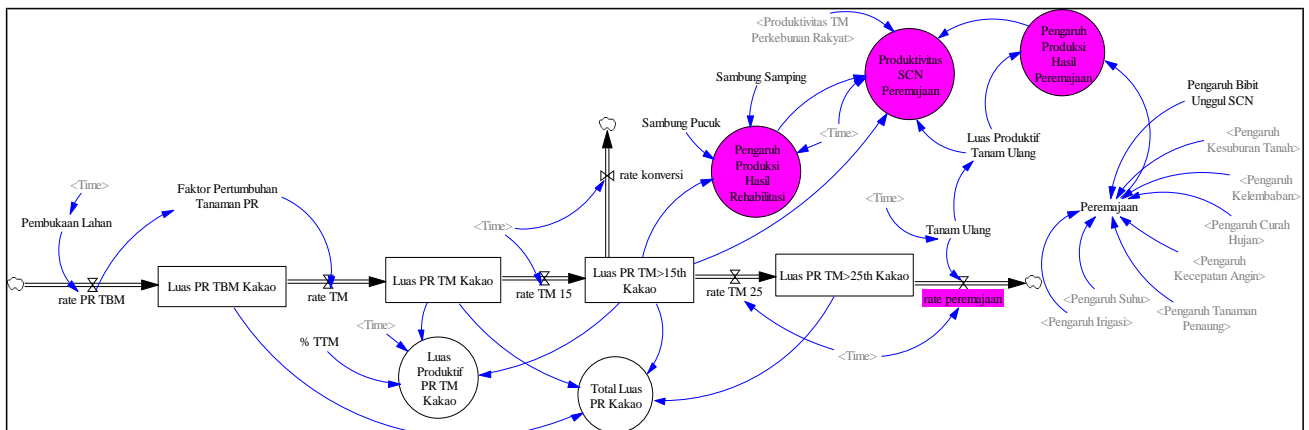
Dari evaluasi kondisi perkebunan kakao, perlu dilakukan beberapa skenario untuk meningkatkan produktivitas kakao sesuai dengan kemampuan genetiknya. Terdapat 2 jenis skenario yang diterapkan yaitu skenario pesimis dan skenario optimis. Skenario pesimis adalah skenario apa adanya dengan kondisi perkebunan kakao seperti saat ini. Skenario optimis adalah skenario dengan interval maksimal, sehingga produksi perkebunan kakao meningkat. Pengembangan skenario dilakukan dengan perubahan terhadap parameter. Terdapat 2 (dua) skenario yang dikembangkan antara lain :

- Skenario peremajaan tanaman kakao merupakan penanaman kembali tanaman kakao yang umurnya sudah diatas 25 tahun.
- Skenario pengelolaan tanaman kakao. Skenario perbaikan pada pemeliharaan dan pengelolaan tanaman kakao, menurut Kadir dan Muliani, 2013, hal-hal yang dapat dilakukan meliputi : Penggunaan bibit unggul; Pemupukan tanaman kakao dengan pemberian pupuk sesuai dengan tingkat kesuburan

tanah; Pemangkasan pada cabang tanaman kakao merupakan pemotongan bagian tanaman yang cabang, ranting dan daun yang tidak diperlukan agar tanaman kakao mampu bertahan mempertahankan pertumbuhan serta memproduksi hasil secara optimal, pemangkasan juga berkaitan erat dengan pengendalian hama, intensitas cahaya untuk tanaman kakao didapatkan dari frekuensi pemangkasan yang teratur.

4.7.1 Skenario Peremajaan Perkebunan Rakyat Kakao

Metode peremajaan tanaman kakao yang dapat diterapkan antara lain rehabilitasi tanaman dan *replanting*. Rehabilitasi tanaman kakao dapat ditempuh melalui berbagai teknik, antara lain sambung samping dan sambung pucuk. (Wahyudi & Panggabean, 2008)



Gambar 4.12. Skenario Peremajaan Kakao PR

Tanaman kakao yang berusia antara 15-18 tahun direhabilitasi dengan menggunakan teknik Sambung (*Grafting Technique*) dengan kontribusi persentase 18% terhadap *rate* peningkatan produktivitas (Limbongan, 2014); (Danil, Firdaus, and Hartoyo 2014). Menurut Suhendi, 2008, teknik rehabilitasi terdapat dua jenis yaitu Sambung Pucuk dan Sambung Samping. Sedangkan tanaman kakao yang berusia lebih dari 25 tahun akan diremajakan kembali dengan penanaman ulang. Pada variabel Peremajaan / Penanaman Ulang dipengaruhi oleh Kesuburan Tanah, Kelembaban, Curah Hujan, Kecepatan Angin, Tanaman Penaung, Suhu dan Irigasi.

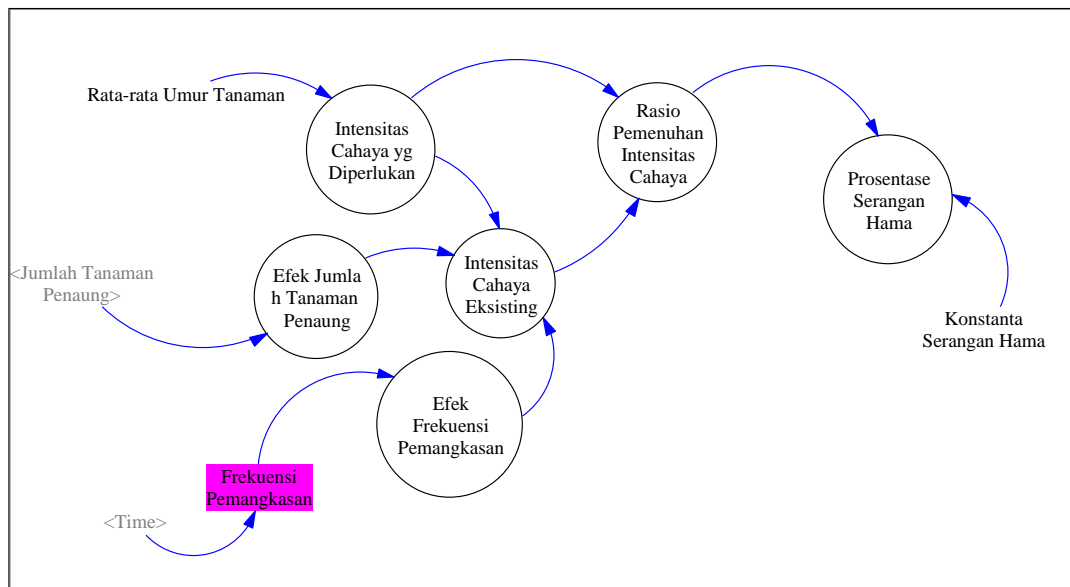
4.7.2 Skenario Pengelolaan Tanaman Kakao

Kebiasaan yang terjadi pada petani kakao adalah menanam tanpa melakukan pemeliharaan. Padahal demi pertumbuhan yang optimal pada tanaman kakao sangat diperlukan pemeliharaan. Kegiatan pemeliharaan tidak sekedar membersihkan gulma tetapi juga diperlukan pemangkasan, pengelolaan tanaman penayang, pemupukan dan sanitasi blok.

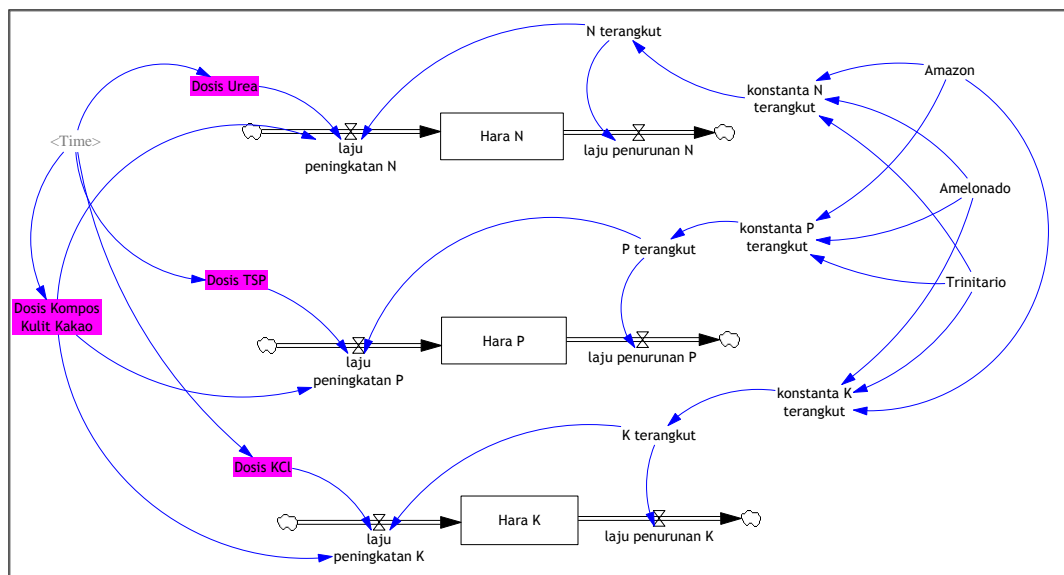
Ketahanan kakao sangat ditentukan oleh pemangkasan, kalau tidak dilakukan dengan baik maka akan mengurangi hasil kakao selama beberapa bulan bahkan beberapa tahun dan meningkatkan serangan penyakit dan pertumbuhan gulma. Pemangkasan akan menghasilkan pohon dengan tajuk terbuka sehingga memungkinkan matahari masuk (Danil, Firdaus, dan Hartoyo, 2014). Secara umum, pemangkasan kakao bertujuan untuk mengatur penyinaran matahari, merangsang pembungaan dan pembentukan buah kakao, membuang bagian tanaman yang tidak dikehendaki, dan mengurangi resiko serangan hama dan penyakit (Puslit Kopi dan Kakao Ind, 2010). Pemangkasan berkaitan erat dengan pengendalian hama frekuensi pemangkasan berkurang maka intensitas cahaya yang dibutuhkan tanaman kakao akan berkurang juga sehingga mengakibatkan munculnya hama, karena hama pada tanaman kakao sangat menyukai area yang lembab atau yang kurang intensitas cahayanya.

A. Skenario pada Perkebunan Rakyat

Skenario pengelolaan tanaman kakao pada PR, merupakan skenario parameter. Parameter yang diubah adalah parameter variabel “*jumlah pemangkasan*”, diset agar frekuensi pemangkasan sesuai dengan yang disarankan yaitu rata-rata dalam setahun 2 kali pemangkasan besar dan 4 kali pemangkasan kecil. Gambar 4.13 merupakan submodel skenario pada PR untuk variabel “*frekuensi pemangkasan*”

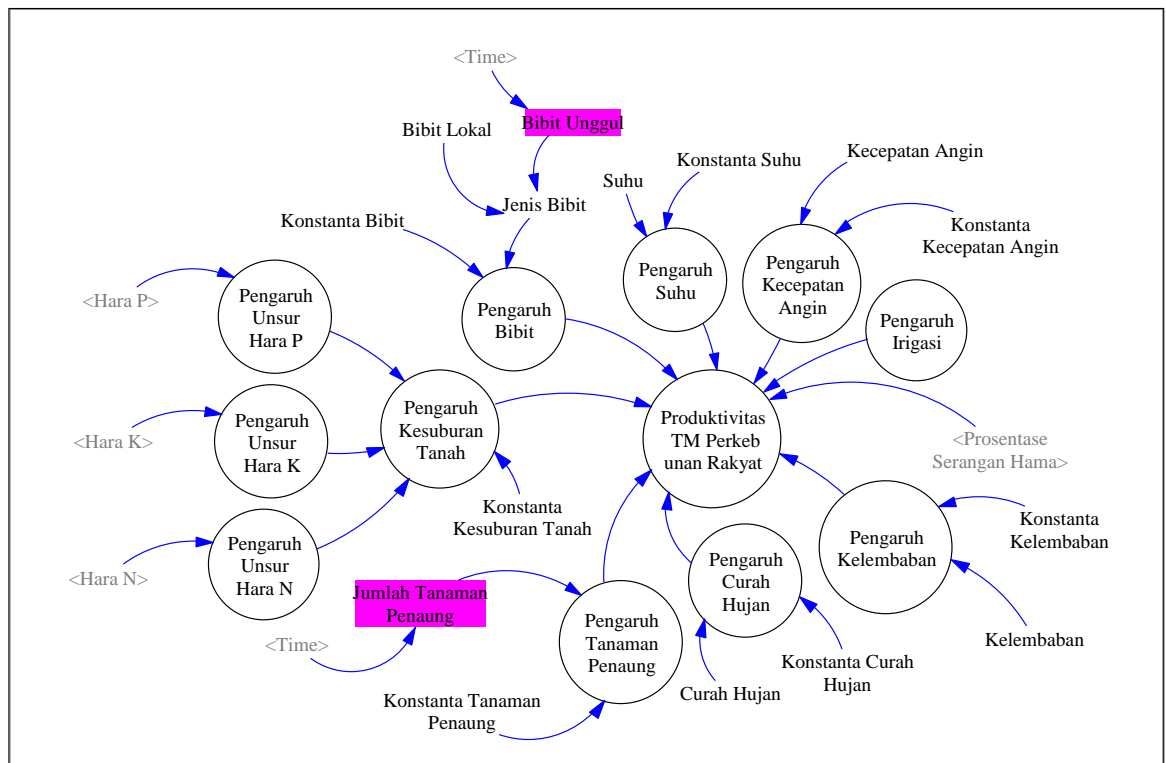


Gambar 4.13. Skenario Frekuensi Pemangkasan Pada PR



Gambar 4.14. Skenario Pemupukan Kakao Pada PR

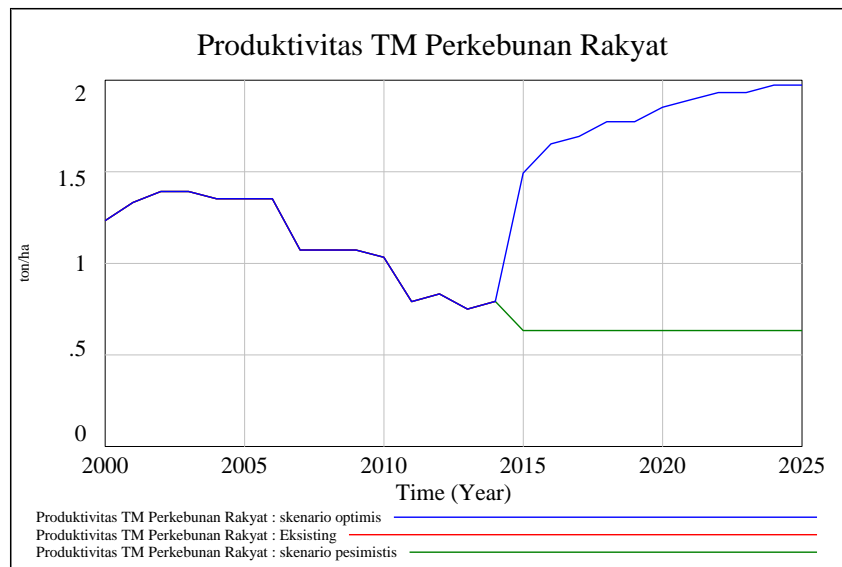
Gambar 4.14 merupakan skenario pemupukan kakao pada PR. Variabel yang diubah parameter selanjutnya untuk skenario pengelolaan tanaman kakao yaitu variabel “*dosis urea*”, “*dosis tsp*”, “*dosis kcl*” dan “*dosis kompos kulit kakao*” pada submodel Pemupukan Kakao, diset agar dosis pupuk yang diberikan sesuai dengan unsur hara tanah.



Gambar 4.15. Skenario Produktivitas Kakao pada PR

Pada PR untuk skenario pengelolaan tanaman kakao, selain variabel frekuensi pemangkasan dan pemupukan yang diubah parameternya, variabel “jumlah tanaman penangung” dan “bibit unggul” juga diubah parameternya.

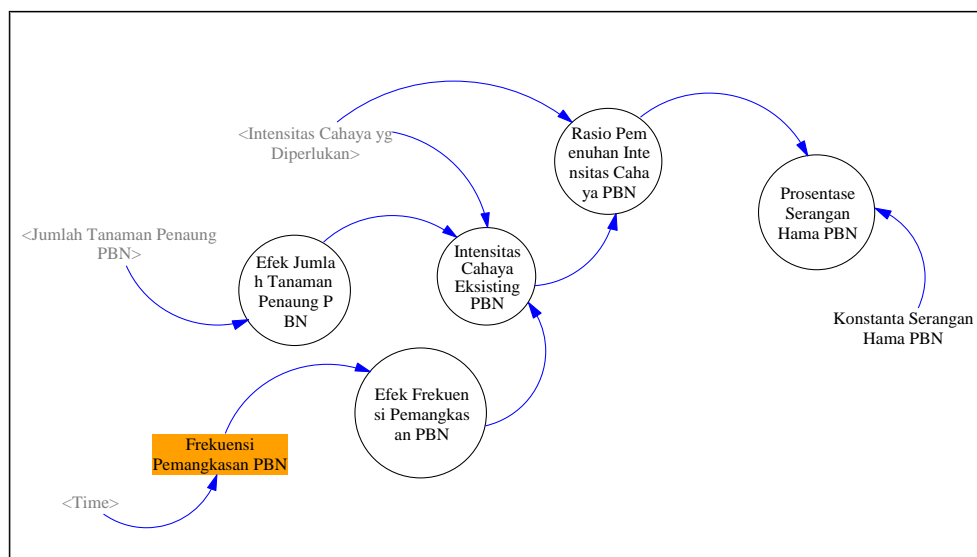
Gambar 4.16 merupakan grafik peningkatan produktivitas kakao pada PR setelah menerapkan skenario pengelolaan tanaman kakao, dapat diketahui perbandingan sebelum dan sesudah skenario. Hasil dari skenario pesimis produktivitas kakao akan semakin menurun. Hasil skenario optimis, produktivitas kakao meningkat mencapai 1,9 ton/Ha di akhir 2025 atau peningkatannya sebesar 40%.



Gambar 4.16. Grafik Produktivitas TM Perkebunan Rakyat

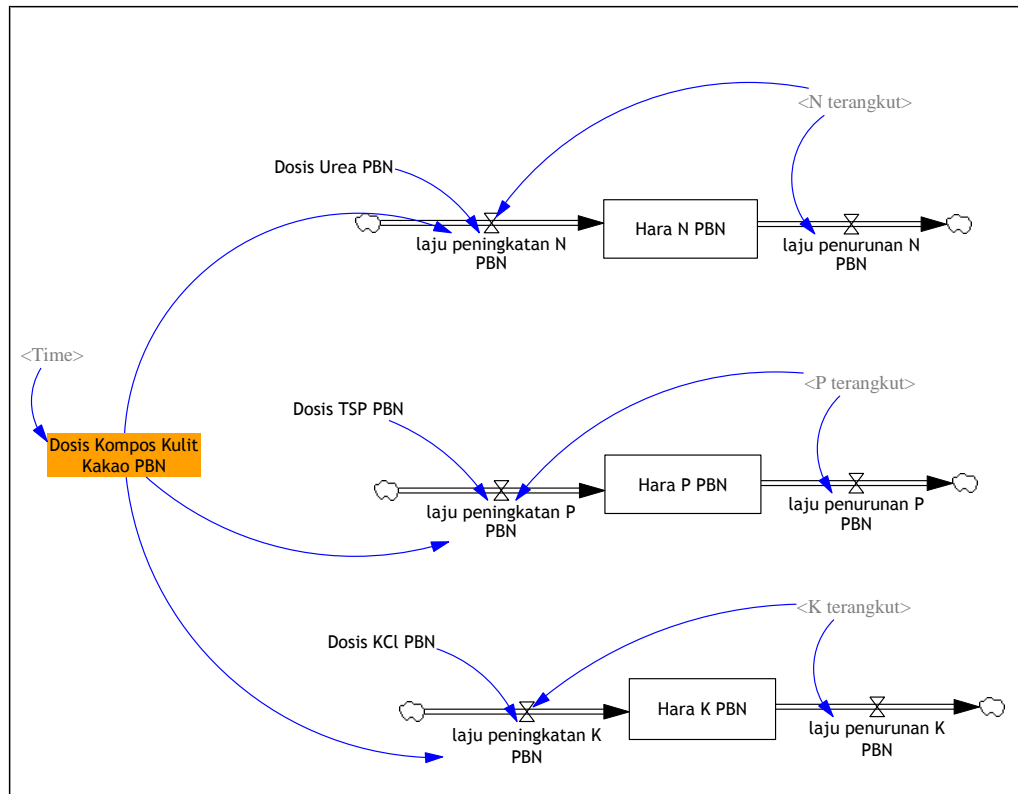
B. Skenario pada Perkebunan Besar Negara

Sama halnya dengan skenario pengelolaan tanaman kakao pada PR, penerapan skenario pengelolaan tanaman kakao pada PBN, merupakan skenario parameter. Parameter yang diubah adalah parameter variabel “*jumlah pemangkasan*”, diset agar frekuensi pemangkasan sesuai dengan yang disarankan yaitu rata-rata dalam setahun 2 kali pemangkasan besar dan 4 kali pemangkasan kecil. Gambar 4.13 merupakan submodel skenario pada PBN untuk variabel “*frekuensi pemangkasan*”.



Gambar 4.17. Skenario Frekuensi Pemangkasan pada PBN

Pada PBN, skenario pengelolaan tanaman kakao memberikan dosis pemupukan organik yang sesuai dengan unsur hara tanah yang terangkut karena biji kakao dan agar sesuai dengan perbandingannya menggunakan pupuk anorganik. Variabel yang diubah yaitu variabel “*dosis kompos kulit kakao PBN*”. Skenario pemupukan kakao pada PBN, dapat dilihat pada gambar 4.18.

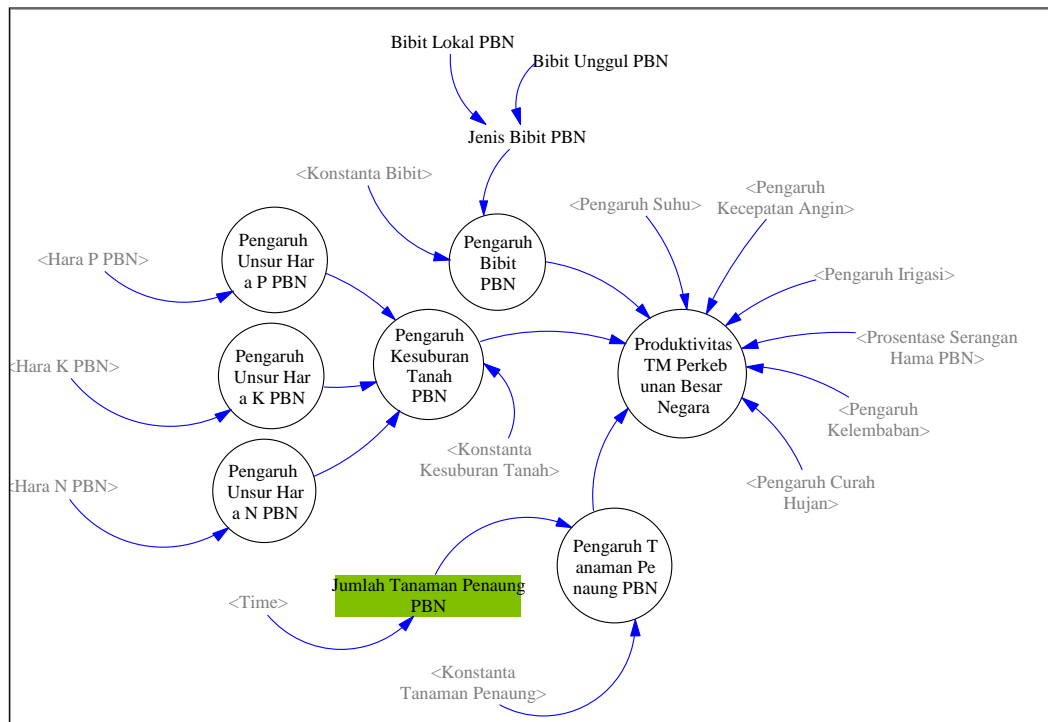


Gambar 4.18. Skenario Pemupukan pada PBN

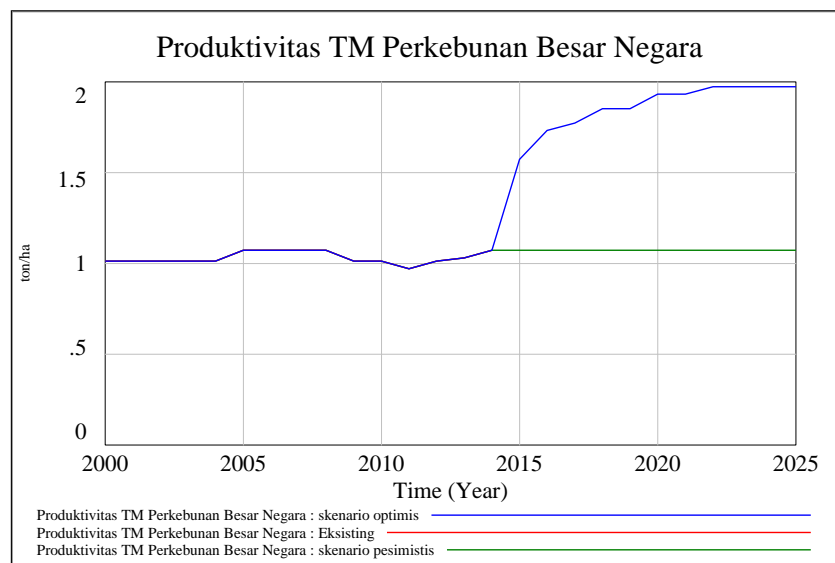
Pada PBN, telah menggunakan bibit unggul kakao pada perkebunannya, sehingga variabel yang diubah parameternya yaitu hanya variabel “*jumlah tanaman penabung PBN*”. Skenario tersebut, dapat dilihat pada gambar 4.19.

Gambar 4.20 merupakan grafik peningkatan produktivitas kakao pada PBN setelah menerapkan skenario pengelolaan tanaman kakao, dapat diketahui perbandingan sebelum dan sesudah skenario. Hasil dari skenario pesimis produktivitas kakao akan semakin menurun. Hasil skenario optimis yaitu dengan mengimplementasikan skenario pengelolaan tanaman kakao, produktivitas kakao

meningkat mencapai 1,9 ton/Ha di akhir 2025 atau mengalami peningkatan sebesar 25,44%.



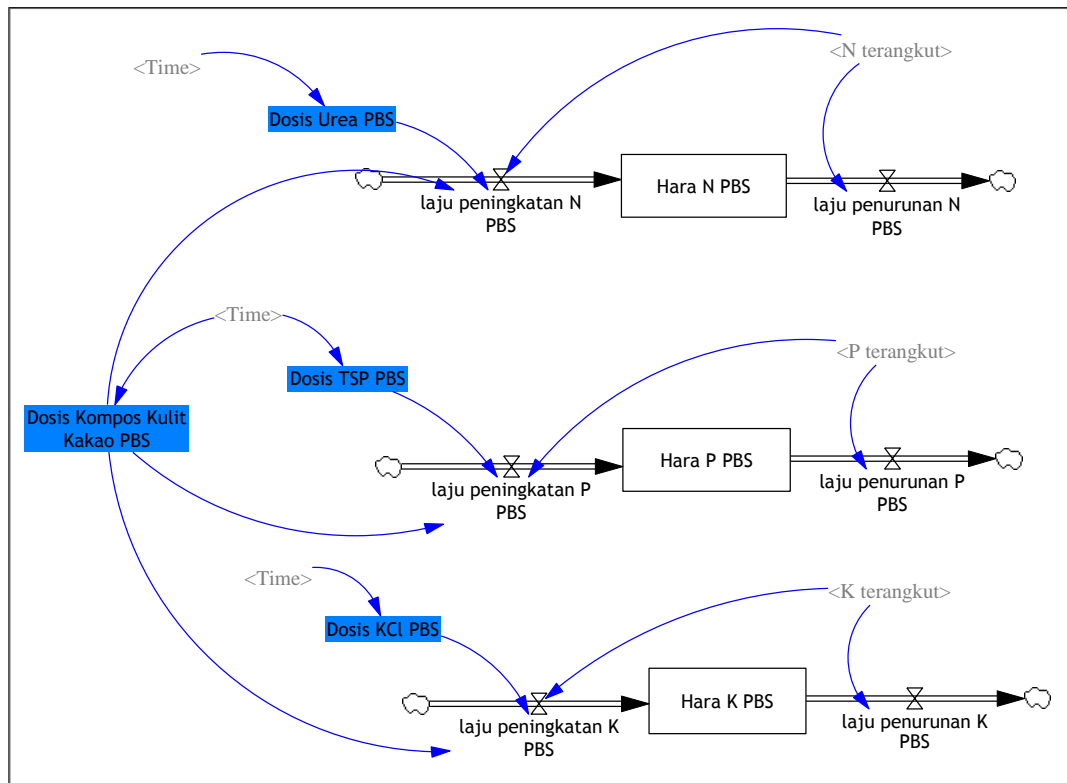
Gambar 4.19. Skenario Jumlah Tanaman Penayang PBN



Gambar 4.20. Grafik Produktivitas TM PBN

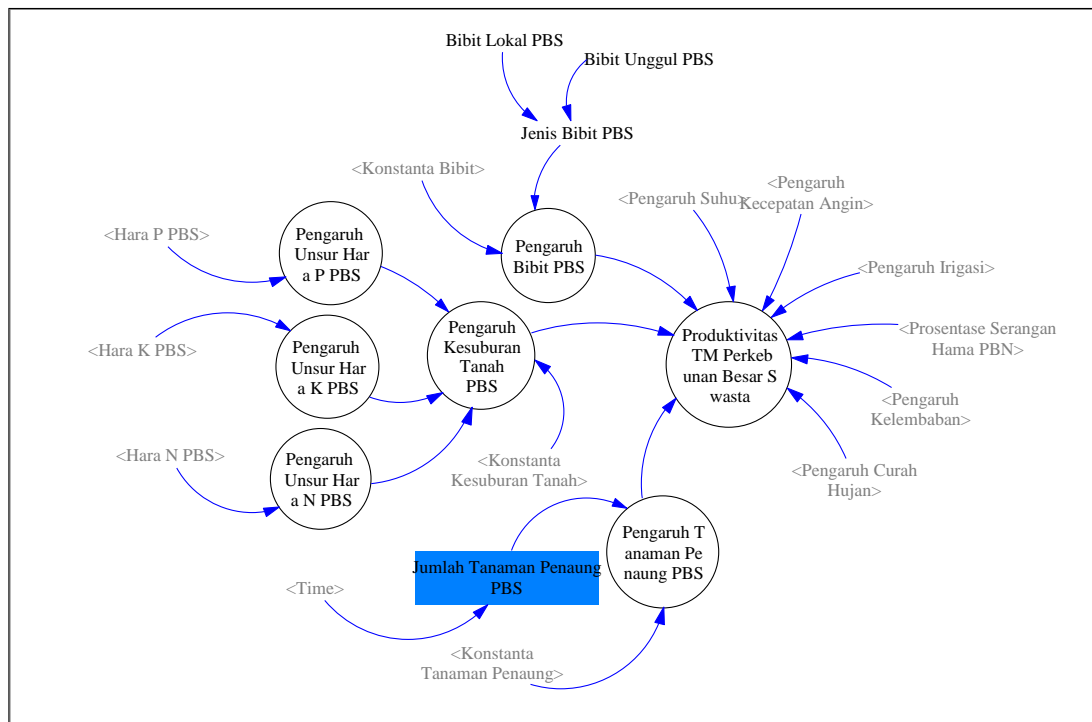
C. Skenario pada Perkebunan Besar Swasta

Pada lahan kakao PBS, skenario untuk meningkatkan produktivitas melalui pengelolaan tanaman kakao, meliputi pemupukan organik dan anorganik sesuai dosis yang dianjurkan dan menambah jumlah tanaman penangung. Pada PBS sudah menggunakan bibit unggul dan frekuensi pemangkasan telah sesuai. Gambar 4.21 merupakan skenario pemupukan pada PBS, variabel “*dosis urea PBS*”, “*dosis TSP PBS*”, “*dosis KCl PBS*” dan “*dosis kompos kulit kakao PBS*” diset sesuai dengan dosis pemupukan yang baik, sehingga unsur hara pada tanah tidak hilang atau berkurang karena terangkut biji kakao.

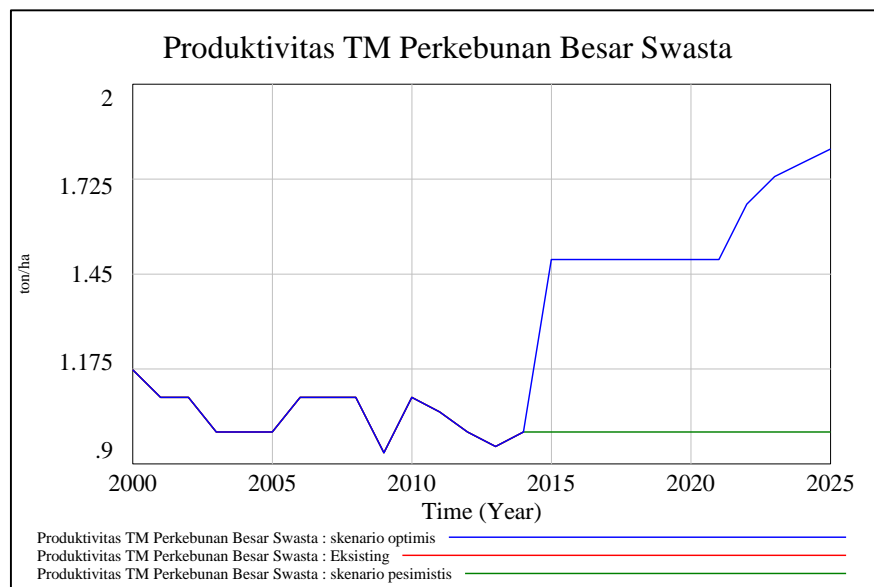


Gambar 4.21. Skenario Pemupukan pada PBS

Gambar 4.22 merupakan skenario penambahan jumlah tanaman penangung pada PBS. Pada PBS, telah menggunakan bibit unggul pada perkebunannya, sehingga variabel yang diubah pada skenario ini hanya variabel “*jumlah tanaman penangung PBS*”.



Gambar 4.22. Skenario Jumlah Tanaman Penaung pada PBS



Gambar 4.23. Grafik Produktivitas PBS

Setelah dilakukan skenario pengelolaan tanaman kakao pada PBS meliputi pemupukan dan penambahan jumlah tanaman penaung, maka produktivitas kakao PBS dapat meningkat. Gambar 4.18 merupakan grafik peningkatan produktivitas kakao PBS. Hasil dari skenario pesimis, produktivitas

kakao PBS akan semakin rendah sedangkan hasil skenario optimis, pada akhir tahun 2025, produktivitas kakao PBS mengalami peningkatan hingga 1,7 ton/Ha atau sebesar 18% peningkatannya.

LAMPIRAN

Lampiran 1.

Tabel 1. Produksi Kakao Indonesia tahun 2000 – 2014

Tahun	Hasil Produksi (Ton)			
	PR / Perkebunan Rakyat	PBN / Perkebunan Besar Negara	PBS / Perkebunan Besar Swasta	Nasional
2000	363628	34790	22724	421142
2001	476924	33905	25975	536804
2002	511379	34083	25693	571155
2003	634877	32075	31864	698816
2004	636783	25830	29091	691704
2005	693701	25494	29633	748828
2006	702207	33795	33384	769386
2007	671370	34643	33993	740006
2008	740681	31130	31783	803594
2009	741981	34604	32998	809583
2010	772771	34740	30407	837918
2011	644688	34373	33170	712231
2012	687247	23837	29429	740513
2013	665401	25879	29582	720862
2014	651618	26991	30722	709331

Sumber :

<http://ditjenbun.pertanian.go.id/tinymcpuk/gambar/file/statistik/2015/KAKAO%202013%20-2015.pdf>)

Lampiran 2.

Tabel 2. Luas Lahan Kakao Indonesia tahun 2000 – 2014

Tahun	Luas Lahan Perkebunan Kakao (Ha)			
	PR / Perkebunan Rakyat	PBN / Perkebunan Besar Negara	PBS / Perkebunan Besar Swasta	Nasional
2000	641133	52690	56094	749917
2001	710044	55291	56114	821449
2002	798628	54815	60608	914051
2003	861099	49913	53211	964223
2004	1003252	38668	49040	1090960
2005	1081102	38295	47649	1167046
2006	1219633	48930	52257	1320820
2007	1272781	57343	49155	1379279
2008	1326784	50584	47848	1425216
2009	1491808	49489	45839	1587136
2010	1558421	48932	43268	1650621
2011	1638329	48935	45377	1732641
2012	1693337	38218	42909	1774463
2013	1660767	37450	42396	1740612
2014	1636877	39012	43198	1719087

Sumber :

<http://ditjenbun.pertanian.go.id/tinymcpuk/gambar/file/statistik/2015/KAKAO%202013%20-2015.pdf>)

Lampiran 3.

Tabel 4. Validasi Luas Lahan Perkebunan Kakao

Tahun	Luas Lahan Nasional	Data PR	Simulasi PR		Data PBN	Simulasi PBN		Data PBS	Simulasi PBS
2000	749917	641133	695173		52690	52690		52690	56094
2001	821449	710044	761483		55291	55291		55291	56094
2002	914051	798628	847325		54815	54815		54815	60588
2003	964223	861099	893834		49913	49913		49913	53191
2004	1090960	1003252	1011319		38668	38668		38668	49020
2005	1167046	1081102	1081851		38295	38295		38295	47629
2006	1320820	1219633	1224399		48930	48930		48930	52237
2007	1379279	1272781	1278590		57343	57343		57343	49135
2008	1425216	1326784	1321174		50584	50584		50584	47828
2009	1587136	1491808	1471274		49489	49489		49489	45819
2010	1650621	1558421	1529879		48932	48932		48932	43248
2011	1732641	1638329	1606157		48935	48932		48935	45357
2012	1774463	1693337	1644926		38218	38215		38218	42889
2013	1740612	1660767	1613546		37450	37447		37450	42376
2014	1719087	1636877	1593592		39012	39009		39012	43178
	Mean Rakyat	1239600	1238301	Mean Pemerintah	47237.67	47236.87	Mean Swasta	47237.67	48978.87
	Std Dev Rakyat	371456.9	336530.8	Std Dev Pemerintah	6991.741	6992.518	Std Dev Swasta	6991.741	5592.293

Lampiran 4.

Tabel 5. Validasi Produksi Perkebunan Kakao

Tahun	Produksi Nasional	Data PR	Simulasi PR		Data PBN	Simulasi PBN		Data PBS	Simulasi PBS
2000	421142	363628	400934.2		34790	36318.55		22724	25803.81
2001	536804	476924	467808		33905	36995.02		25975	25737.78
2002	571155	511379	524757.3		34083	36488.47		25693	27033.44
2003	698816	634877	559250.6		32075	34037.47		31864	33485.55
2004	691704	636783	605350.9		25830	27109.27		29091	30368.44
2005	748828	693701	685363.6		25494	30097.9		29633	32249.77
2006	769386	702207	741444.1		33795	30097.9		33384	33495.7
2007	740006	671370	689911.2		34643	30946.93		33993	36062.38
2008	803594	740681	745813.3		31130	25208.37		31783	34195.83
2009	809583	741981	831765.5		34604	31443.8		32998	33077.29
2010	837918	772771	826645		34740	37740.41		30407	33582.79
2011	712231	644688	653484.6		34373	36174.12		33170	32312.25
2012	740513	687247	781630.8		23837	27707.99		29429	28185.93
2013	720862	665401	668882.1		25879	27574.32		29582	29048.95
2014	709331	363628	694080.7		34790	28698.71		22724	31932.44
	Mean Rakyat	639683.7	658474.8	Mean Pemerintah	31077.93	31775.95	Mean Swasta	30029.87	31104.82
	Std Dev Rakyat	109704.4	126584.6	Std Dev Pemerintah	4170.275	4184.38	Std Dev Swasta	3195	3226.801

BAB V

PENUTUP

Bab ini akan memberikan kesimpulan berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian yang telah dijabarkan pada bab sebelumnya.

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengembangan model berdasarkan kondisi saat ini (*base model*) dan skenario maka kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Dari *base model* maka didapatkan produktivitas kakao berdasarkan kondisi saat ini :
 - a. Dari Luas Lahan Tanaman Menghasilkan (TM) saja, rata-rata produktivitas sudah cukup baik yaitu sebesar 1,1 ton/Ha, tetapi masih jauh dari potensi genetiknya yaitu sebesar 2 ton/Ha.
 - b. Produktivitas kakao Indonesia mengalami peningkatan dari tahun 2000 – 2009, tetapi setelah itu terjadi penurunan produktivitas. Pada 2009, produktivitas sebesar 1.072 ton/Ha dan pada 2014 produktivitas kakao hanya sebesar 0.792 ton/Ha.
 - c. Dari tahun 2009-2014, produktivitas kakao terus mengalami penurunan, hal ini akan terus terjadi apabila pemerintah tidak melakukan kebijakan peremajaan lahan pada tanaman kakao yang berusia lebih dari 25 tahun, karena produksi akan berkurang hingga 50% untuk tanaman kakao yang berusia diatas 25 tahun.
2. Hasil penelitian :
 - a. Setelah dilakukan pengembangan skenario Peremajaan Lahan dan Pengelolaan serta Pemeliharaan Tanaman Kakao yang meliputi Skenario Frekuensi Pemangkasan, Pemupukan dengan dosis yang tepat serta Penggunaan Bibit Unggul, mampu meningkatkan produktivitas kakao Indonesia :

- i. Pada Perkebunan Rakyat, peningkatan produktivitas sebesar 40%. Pada tahun 2015, produktivitas kakao sebesar 1,192 ton/Ha dan pada 2025 dengan menerapkan skenario tersebut menjadi 1,672 to/Ha.
 - ii. Pada Perkebunan Besar Negara, terjadi peningkatan produktivitas sebesar 25,44%.
 - iii. Pada Perkebunan Besar Swasta, peningkatan produktivitas pada tahun 2025 sebesar 18%.
3. Dengan melakukan atau menerapkan skenario peremajaan lahan untuk tanaman kakao yang berusia lebih dari 25 tahun dan rehabilitasi untuk tanaman kakao yang berusia berkisar antara 18-20 tahun, serta pengelolaan tanaman kakao yang meliputi frekuensi pemangkasan yang sesuai, dosis pemupukan yang baik, menambah jumlah tanaman penayang serta penggunaan bibit unggul pada PR, akan bisa meningkatkan produktivitas hingga 40% peningkatannya.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya dapat dikembangkan skenario untuk penggunaan teknologi pasca panen yang memadai dan juga pengembangan irigasi yang dapat meningkatkan produktivitas perkebunan kakao.

DAFTAR PUSTAKA

- Applanaidu, Shri Dewi, Fatimah Mohamed Arshad, Abdel Hameed, Amna Awad, Akram Hasanov, Nurjihan Idris, Amin Mahir Abdullah, and Mad Nasir Shamsudin. 2009. "Malaysian Cocoa Market Modeling: A Combination of Econometric and System Dynamics Approach." *Munich Personal RePEc Archive (MPRA)*, no. 19569. <http://mpa.ub.uni-muenchen.de/19569/>.
- Arifin, Miftahol. 2009. *Simulasi Sistem Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Azhar, I, and M.T Lee. 2004. "PERSPECTIVE FOR COCOA CULTIVATION IN MALAYSIA : RE-LOOK AT THE ECONOMIC INDICATORS." *Malaysian Cocoa Board* 1: 6–23.
- Barlas, Yaman. 1989. "Multiple Tests for Validation of System Dynamics Type of Simulation Models." *European Journal of Operational Research* 42 (1): 59–87. doi:10.1016/0377-2217(89)90059-3.
- Brastama Putra, Agung. 2013. "Skenario Kebijakan Industri Gula Untuk Meningkatkan Stabilitas Harga Dan Persediaan Dengan Menggunakan Pendekatan Sistem Dinamik." Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Cakrawala, and B Izzuman. 2006. "Perkiraan Permintaan Dan Suplai CV Sahabat Menggunakan Pendekatan Business Dynamics." Jakarta: Universitas Bina Nusantara.
- Damanik, Sabarman. 2010. "Prospek dan Strategi Pengembangan Perkebunan Kakao Berkelanjutan di Sumatera Barat." *Perspektif* 9 (2): 94–106.
- Dewi, Lily Puspa. 2012. "Pemodelan Sistem Dinamik Untuk Layanan Perpustakaan Bagi Pengguna Kategori Net Generation (Studi Kasus : Perpustakaan Universitas Kristen PETRA)." Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Dhany, Rista Rama. 2012. "Dituding Gagal, Program Gernas Kakao Tetap Lanjut Di 2012." *Detikfinance*. January 9. <http://finance.detik.com/read/2012/01/09/115054/1810193/4/dituding-gagal-program-gernas-kakao-tetap-lanjut-di-2012>.
- Dinas Perkebunan Jatim. 2013. *Pedoman Teknis Budidaya Kakao*. Perpustakaan Online Disbun. <http://disbun.jatimprov.go.id/pustaka/phocadownload/pedoman%20teknis%20budidaya%20kakao.pdf>.
- Ditjenbun. 2014. "Statistik Perkebunan Indonesia, Kakao 2013-2015." Jakarta. <http://ditjenbun.pertanian.go.id/tinymcpuk/gambar/file/statistik/2015/KAKAO%202013%20-2015.pdf>.
- Ditjenbun Pertanian. 2014a. "Luas Areal Kakao Menurut Provinsi Di Indonesia, 2009 - 2013." http://www.pertanian.go.id/IP_ASEM_BUN_2013/Areal-Kakao.pdf.
- . 2014b. "PERKEMBANGAN NERACA PERDAGANGAN KOMODITAS UNGGULAN PERKEBUNAN TAHUN 2009-2014." <http://ditjenbun.pertanian.go.id/tinymcpuk/gambar/file/neraca%20trw%20I%202014.pdf>.
- Djaenudin, D. 2008. "PERKEMBANGAN PENELITIAN SUMBER DAYA LAHAN DAN KONTRIBUSINYA UNTUK MENGATASI

- KEBUTUHAN LAHAN PERTANIAN DI INDONESIA.” *Jurnal Litbang Pertanian* 27(4). <https://helpmeups.files.wordpress.com/2012/08/modul-dewa89s-p3274084.pdf>.
- Effendy, Effendy, Nuhfil Hanani, Budi Setiawan, and A Wahib Muhaimin. 2013. “Effect Characteristics of Farmers on the Level of Technology Adoption Side-Grafting in Cocoa Farming at Sigi Regency-Indonesia.” *Journal of Agricultural Science* 5 (12): p72.
- Hindayana, D, Judawi D, Priharyanto D, Luther G.C., and J Mangan. 2002. “Musuh alami, hama dan penyakit tanaman kakao.” *Direktorat Perlindungan Perkebunan Departemen Pertanian Kedua*. <http://repository.unhas.ac.id:4001/digilib/files/disk1/139/--sulastria-6940-1-14-sulas-a.pdf>.
- ICCO. 2015. “ICCO Monthly Average of Daily Prices.” *The International Cocoa Organization (ICCO) / Cocoa Producing and Cocoa Consuming Countries*. http://www.icco.org/statistics/cocoa-prices/monthly-averages.html?currency=usd&startmonth=01&startyear=2010&endmonth=12&endyear=2014&show=table&option=com_statistics&view=statistics&Itemid=114&mode=custom&type=1.
- Indah, Pawana Nur. 2014. “Pengaruh Iklim Dan Jenis Tanah Terhadap Kinerja Usaha Dan Penyerapan Tenaga Kerja Serta Kesejahteraan Petani Kakao Perkebunan Rakyat Di Jawa Timur.” Surabaya: Universitas Airlangga.
- “Introduction to System Dynamics.” 2009. <http://www.systemdynamics.org/what-is-s/#overview>.
- Irawan, Diah Setyorini, and Sri Rochyati. 2012. “Proyeksi Kebutuhan Pupuk Sektor Pertanian Melalui Pendekatan Sistem Dinamis.” Edited by Wigena. *Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementrian Pertanian*, 123–39.
- Jauhari, Ahmad Arwin, and Budisantoso Wirjodirdjo. 2011. “Analisis Kebijakan Kakao Nasional Dalam Meningkatkan Perolehan Kakao Dan Peranan Kakao Nasional Di Pasaran Dunia (Sebuah Pendekatan Sistem Dinamik).” <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-16593-2506100155-Paper.pdf>.
- Kristiani, Putu, Rima Melati, and Haeruddin Haeruddin. 2013. “WAKTU OPTIMUM FERMENTASI LIMBAH PULP KAKAO (Theobroma Cacao L.) MENGGUNAKAN KULIT BAKAU (Sonneratia Sp.) DALAM PRODUKSI BIOETANOL.” *Program Kreativitas Mahasiswa-Penelitian*.
- Kyei, Leonard, Gordon Foli, and Janet Ankoh. 2012. “Analysis of Factors Affecting the Technical Efficiency of Cocoa Farmers in the Offinso District -Ashanti Region, Ghana.” *AMERICAN JOURNAL OF SOCIAL AND MANAGEMENT SCIENCES* 2 (2): 208–16.
- Law, Averill M, and W. David Kelton. 2000. *Simulation Modelling and Analysis*. 3rd ed. Mc Graw Hill Higher Education.
- Maswadi. 2011. “AGRIBISNIS KAKAO DAN PRODUK OLAHANNYA BERKAITAN DENGAN KEBIJAKATAN TARIF PAJAK DI INDONESIA” 1 (2): 23–30.

- Maulana, M. 2004. "Peranan Luas Lahan, Intensitas Pertanaman Dan Produktivitas Sebagai Sumber Pertumbuhan Padi Sawah Di Indonesia 1980-2001." *Jurnal Agronomi* 22 (1).
- Mubarak, Syahrin. 2014. "Penyempurnaan Sistem Budidaya Untuk Peningkatan Produksi dan Produktivitas Tanaman Kakao." Makasar: Universitas Hasanuddin. <http://repository.unhas.ac.id:4001/digilib/files/disk1/227/--syahrinmub-11329-1-14-syah-.pdf>.
- Mubyarto. 1973. *Pengantar Ekonomi Pertanian*. Lembaga Penelitian, Pendidikan dan Penerangan Ekonomi & Sosial.
- Mulato, Sri. 2011. "Pengembangan Teknologi Pascapanen Pendukung Upaya Peningkatan Mutu Kakao Nasional." *Pusat Penelitian Kopi Dan Kakao*. <http://www.litbang.pertanian.go.id/peneliti/one/1363/>.
- Prayoga, Adi. 2010. "Produktivitas Dan Efisiensi Teknis Usahatani Padi Organik Lahan Sawah." *Jurnal Agro Ekonomi* 28 (1): 1–19.
- Puslit Kopi dan Kakao Ind. 2010. *Pintar Budi Daya Kakao*. Edited by Lukito A.M, Tetty Y., Hadi Iswanto, and Nofiandi Riswan. AgroMedia.
- Sekjen Kementrian Pertanian. 2014. "Outlook Komoditi Kakao."
- Spillane, James J. 1995. *Komoditi Kakao: Peranannya Dalam Perekonomian Indonesia*. Penerbit Kanisius.
- Sterman, John. 2000. *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World with CD-ROM*. Boston: McGraw-Hill/Irwin.
- Suhendi, D. 2008. "Rehabilitasi Tanaman Kakao : Tinjauan Potensi, Permasalahan Dan Rehabilitasi Tanaman Kakao Di Desa Prima Tani Tonggolobibi." *Pusat Penelitian Kopi Dan Kakao, Jember*, Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Inovasi Lahan Marginal., , 335–346.
- Suryani, Erma. 2006. *Pemodelan Dan Simulasi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Tasrif, Muhammad. 2004. "Model Simulasi Untuk Analisis Kebijakan: Pendekatan Metodologi System Dynamics." *Kelompok Peneliti Dan Pengembangan Energi*.
- Tjahjana, Bambang Eka, and Iing Sobari. 2014. "REHABILITASI KAKAO RAKYAT DENGAN SAMBUNG SAMPING." *SIRINOV* 2 (1): 25–34.
- Wahyudi, T, T.R Panggabean, and Pujiyanto, eds. 2008. *Panduan Lengkap Kakao*. Niaga Swadaya.
- . 2008. *Panduan Lengkap Kakao (Manajemen Agribisnis Dari Hulu Hingga Hilir)*. Edited by Tim Penyusun. Depok: Penebar Swadaya.
- Wahyudi, Teguh, and Misnawi. 2007. "Fasilitasi Perbaikan Mutu dan Produktivitas Kakao Indonesia." *Warta Puslitkoka Indonesia* I (23): 32–43.
- Wiredu, AN, A Mensah-Bonsu, EK Andah, and KY Fosu. 2011. "Hybrid Cocoa and Land Productivity of Cocoa Farmers in Ashanti Region of Ghana." *World J. Agric. Sci* 7 (2): 172–78.

BIOGRAFI PENULIS



Penulis dilahirkan di kota Surabaya Jawa Timur, pada tanggal 28 Januari 1985. Penulis merupakan putra kedua dari tiga bersaudara. Pendidikan penulis dimulai di SDN KENDANGSARI III SURABAYA kemudian melanjutkan SMP di SMPN 17 SURABAYA, dan melanjutkan SMA di SMAN 16 SURABAYA. Setelah Lulus SMA penulis melanjutkan kuliah di STIKOM SURABAYA angkatan 2003 dan wisuda pada bulan April tahun

2008. Pada tahun yang sama dibulan September, penulis diterima sebagai Tenaga Pengajar Tidak Tetap pada UPN “Veteran” JATIM dan pada tahun 2010 hingga sekarang, penulis telah diangkat menjadi Tenaga Pengajar Tetap.

Pada Tahun 2011 penulis menempuh pendidikan Strata 2 di INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER (ITS) SURABAYA, Jurusan Teknik Informatika Bidang Keahlian Sistem Informasi.

Penulis selalu berharap ilmu yang diperoleh bisa membawa manfaat bagi orang lain. Penulis akan sangat senang dihubungi untuk berdiskusi tentang kakao dan lain sebagainya untuk kepentingan penelitian di email : syurfah[at]gmail.com.